

## 49042 számú OTKA szakmai zárójelentés

2005.01.01. – 2008.12.31.

A kutatás munkatervében foglaltaknak megfelelően számszerű kapcsolatokat kerestünk (ok-okozati összefüggéseket feltárva) a talajtulajdonságok, ill. a talaj tápelem ellátottsága és a növények tápláltsági állapota, termése, összetétele, gyomosodása, minősége között. Szabadszántó mőtrágyázási tartamkísérleteink mészlepedékes csernozjom vályogtalajon (Nagyhőrcsök, Mezőföld), meszes homoktalajon (Órbottyán, Duna-Tisza köze) és savanyú homoktalajon (Nyírlugos, Nyírség), valamint a Hortobágyi és a Kiskunsági Nemzeti Parkkal szomszédos Bakonszeg ill. Cserkeszőlő térségében folytak.

Nagyhőrcsöki meszes csernozjom talajon 2005. évben az olaszperje, köles, bab, szemescirok, rozs és a telepített gyeperje agrokémiájával foglalkoztunk. 2006-ban mőtrágyázás és fungicid kezelések kölcsönhatásait, valamint a gyeperje trágyázásával kapcsolatos ismereteinket közöltük. A 2007. évben a gyeperje és a rozs agrokémiájával foglalkoztunk. Röviden áttekintettük a mőtrágyahatások és az aszály, ill. csapadékellátottság problémáját is. Kiértékeljük az NPK mőtrágyázási tartamkísérlet (OMTKA Nagyhőrcsök) 40 évét a búza-kukorica-kukorica-borsó forgóban. Eredményeinket részletesen a Növénytermelés c. folyóiratban megjelent 4 dolgozatunk foglalja össze 2005-2008. között (54: 111-122, 56: 147-159, 56: 307-319, 57: 21-33).

### Különbözö szántóföldi növényekkel végzett kísérletek tanulságai a nagyhőrcsöki meszes csernozjom talajon

#### 2005.

**Az olaszperje (*Lolium multiflorum* Lam.) tápelemfelvételének vizsgálata mőtrágyázási tartamkísérletben**  
Lőszön kialakult karbonátos csernozjom vályogtalajon, egy mőtrágyázási tartamkísérlet 25. és 26. évében vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását az olaszperje (Barmutra) termésére, elemösszetételére, fajlagos elemtartalmára és ellátottsági optimumaira. Főbb eredményeink:

1. Érdemi K-hatásokat nem kaptunk. A P-trágyázás az 1. évben 20-24 % terméstöbbletet adott. A 2. évben már csak a N-hatások domináltak, N nélkül a termések mintegy 70-80 %-kal csökkentek. Az olaszperje kielégítette P és K igényét trágyázás nélkül is ezen a P-ral gyengén, K-mal közepesen ellátott vályog termőhelyen hosszú tenyészideje alatt.
2. A növény korával általában mérséklődött az elemek koncentrációja a növényi szövetekben. A N-bőség ezzel szemben hatott és javította a N, Ca, Mg, S, P, Na, Mn, Sr, Cu beépülését. A 200 kg/ha/év N-adagnál már a NO<sub>3</sub>-N koncentrációja a megengedett 0.25 % koncentrációt túllépte. A talaj P-ellátottságának emelkedésével nőtt a P, Na, Mn, Sr, valamint a P-Zn antagonizmus nyomán mérséklődött a Zn tartalma. A K-trágyázás antagonista hatása nyilvánult meg a Ca, Mg, Na, Sr kationokkal, valamint a B felvételével szemben. Csupán a K és Ba akkumulációját serkentette.
3. A növény tápláltsági állapotát a virágzáskor mért földfeletti hajtás elemkoncentrációi jellemezhetik. Az irodalomban közölt határértékek (Bergmann 1992) az 1. kaszálás idején iránymutatónak szolgálhatnak a szaktanácsadás számára. Adataink alapján ezeket a határkoncentrációkat finomítottuk és a 2. év, ill. kaszálás viszonyaira is megállapítottuk. Utóbbiak a makroelemek tekintetében mintegy 30-40 %-kal kisebbek az 1. kaszálásra megadottaknál.
4. Amennyiben a csapadékellátottság megfelelő és a talaj tápelem kínálata is kielégítő, az olaszperje elemfelvétele kaszálásonként a 10-12 t/ha szénatermékkel elérheti a 360 kg K<sub>2</sub>O, 245 kg N, 100 kg CaO, 37 kg MgO, 66 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 kg S, 7 kg Na és az 1 kg körüli Fe mennyiséget ha-ként.
5. Az 1 t légszáraz szénatermék fajlagos elemigénye eltérhet a talaj NPK kínálata és az évek/kaszálások függvényében. Az 1. kaszálásnál az átlagos elemtartalom 26 kg N, 30 kg K, 6 kg Ca, 2 kg Mg és P, míg a 2. évi 2. kaszálásnál 14 kg N, 20 kg K, 4 kg Ca, 1.5 kg P és 1.2 kg Mg volt minden tonna légszáraz szénatermékben. Adataink iránymutatónak szolgálhatnak a tervezett termés elemigényének számításakor, a mőtrágyázási szaktanácsadás során.

#### Mőtrágyázás hatása a kölesre (*Panicum miliaceum* L.) csernozjom talajon

Karbonátos vályog csernozjom talajon, egy mőtrágyázási tartamkísérlet 23. évében, 1996-ban vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a Maxi fajtájú köles fejlődésére, gyomosodására, termésére, ásványi összetételére és elemfelvételére. Főbb eredményeink:

1. A köles borítottsága bokrosodás végén 40-80 % között változott az NxP kezelések függvényében. A N-trágyázás mérsékelte, a növekvő P-ellátás növelte a borítottságot. Az uralkodó *Amaranthus blitoides* gyomfaj

- borítottsága ugyanitt átlagosan 1-6 % között változott az NxP kezelések nyomán (a N csökkentette, a P növelte a fedettségét). Növényborítottságot a K-trágyázás is igazolhatóan javította.
2. Aratás idejére a PK-hatások a magtermésben már nem igazolhatók, míg a 100 kg/ha/év N-kezelések 20 % körüli szem, ill. 30 % szalma terméstartalommal eredményeztek. Szemtermés többletek a kalászonkénti magszámra vezethetők vissza, az átlagosan 7.7 g 1000-mag tömeget a kezelések nem módosították. Az abszolút kontroll talajon 3.8 t szem + 3.3 t szalma = 7.1 t/ha, míg az optimális 100 kg/ha/év N, 105 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. 200 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O ellátottságú talajon 5.3 t szem + 6.5 t szalma = 11.8 t/ha légszáraz biomassza képződött.
  3. A N-trágyázás növelte a N, P és a legtöbb kation beépülését a szalmába, míg a P-kínálattal közel megkétszereződött a P és a Sr, ill. mérséklődött a Zn készlete. A P-kontroll talajon mért P/Zn aránya 75-ről 267-re tágult a P-túlsúlyos talajon, mely már latens Zn-hiányra utalhat. A K-trágyázás elősegítette a K, valamint a kation-antagonizmus eredményeképpen gátolta a többi vizsgált kation beépülését.
  4. A szem összetételét tekintve a N-trágyázással jelentősen nőtt a N, S, Mn és Cu tartalma. A P-kínálattal javult a N, P, Mg, Ca, Mn, Cu, Sr akkumulációja, viszont a Fe, Zn, B elemeké gátlást szenvedett. A P/Zn aránya a P-kontrollon mért 148-ról 308-ra ugrott, megkétszereződött a P-túlsúly nyomán. Az As, Hg, Cd, Co, Cr, Pb, Se, Mo elemek tartalma 0.1 mg/kg méréshatár alatt vagy körül maradt a légszáraz magban és a szalmában.
  5. A köles tápelemigényes kultúrának minősíthető. A N és K<sub>2</sub>O 200 kg/ha, a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és a MgO felvett mennyisége 70 kg/ha maximumot ért el. A szem és különösen a szalma összetétele tág határok között változhat, a növény elasztikus. A fajlagos, azaz 1 t szem + a hozzá tartozó melléktermék elemtartalma 20-40 kg N, 20-38 kg K<sub>2</sub>O, 9-14 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 7-13 MgO, 5-10 kg CaO között ingadozott a talaj NPK kínálata függvényében. A szaktanácsadás számára a 30-12-30-8-10=N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-CaO-MgO kg/t átlagos fajlagos mutató ajánlható a tervezett termés elemigényének becslésekor, elkerülve a luxusfelvétel torzító hatását.

#### **Műtrágyázás hatása a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) termésére és elemfelvételére**

Mészlepedékes vályog csernozjom talajon, egy műtrágyázási tartamkísérlet 24. évében, köles elővetemény után vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a Debreceni tarka bab fejlődésére, gyomosodására, termésére, ásványi összetételére és elemfelvételére. Főbb eredmények:

1. A N 100 kg/ha/év adagig, a P-ellátottság 175 mg/kg ammoniumlaktát(AL)-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. a K-ellátottság 200 mg/kg AL-oldható K<sub>2</sub>O értékig előnyösnek mutatkozott a hajtás fejlődésére. Az aratáskori szalmatermés a kontrollon mért 1.7 t/ha-ról 3.2-3.6 t/ha-ra emelkedett. A kifejezett légköri aszály nyomán 1.2 t/ha körüli magtermés képződött a kezelésektől függetlenül.
2. A N-trágyázás növelte a növényi szövetek N, Mn és Cu, valamint mérsékelte a Ca, S, P, B, Zn és Sr tartalmát. A P-kínálattal emelkedett a P és Sr, ill. gátolt volt a Zn beépülése. A K-ellátottság javulásával kifejezetté vált a K/Mg antagonizmus, nőtt a K %-a a Mg-tartalom egyidejű csökkenésével.
3. A leveles szár akkumulálta a makro- és mikroelemek nagyobb részét, de a N, P és Zn elemek döntő hányada a szemtermésbe épült be. Irodalmi adatokat is figyelembe véve a hazai szaktanácsadás számára 60-20-30-30-10=N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-CaO-MgO kg javasolható minden tonna tervezett szemtermés és a hozzá tartozó melléktermék elemszükségletének számításakor. Mivel a N-igényt a bab döntően a levegőből fedezheti, a N-igény felére-harmadára mérsékelhető. A foszforral és káliummal kielégítően ellátott meszes talajokon forgóban a P, K, Ca, Mg trágyázás is feleslegessé válhat kombájn betakarításnál, amikor a melléktermék a talajon marad és ezen elemekben előálló veszteség jelentéktelen.

#### **Műtrágyázás hatása a szemescirok (*Sorghum vulgare* Pers.) fejlődésére és termésére**

Meszes vályog csernozjom talajon, egy műtrágyázási kísérlet 19. évében, 1992-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a szemescirok fejlődésére, gyomosodására, termésére és terméslemeinek változására. Főbb eredményeink az alábbiakban foglalhatók össze:

- 1./ A N-trágyázás 4-6 leveles korban 13 %-ról 31 %-ra növelte a gyomborítást, míg ugyanitt a cirokfedettség 55 %-ról 40 %-ra mérséklődött. A javuló P-kínálattal a gyom és cirok borítottsága egyaránt emelkedett, döntően az Amaranthus fajok előretörésével. A K-trágyázás hatástalan maradt.
- 2./ A maximális 4.1 t/ha szemtermést, ill. 9.0 t/ha körüli földfeletti légszáraz hozamokat a N-nel 19 éve nem trágyázott, 105 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. 128 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O ellátottságú parcellákon kaptuk. A N-trágyázás depressziót okozott, mely P-hiányos talajon és a 300 kg/ha/év N-adagolás esetén már 50 %-os termésvesztéshez vezetett. A K-trágyázás hatástalan maradt.
- 3./ Extrém száraz években és extenzív gazdálkodás körülményei között hasonló talajon a műtrágyahasználatot mellőzve, a szemescirok versenyképes lehet a kukoricával szemben. Különösen akkor, ha a lédús szárat feltakarmányozzuk vagy egyéb módon hasznosítjuk. Összehasonlításképpen, a kukorica ebben az évben, ezen a termőhelyen 3-4 t/ha szemtermést adott a műtrágyázási tartamkísérletek kontroll parcelláin.

#### **Műtrágyázás hatása a szemescirok (*Sorghum vulgare* Pers.) elemfelvételére**

Karbonátos csernozjom vályog talajon, egy műtrágyázási tartamkísérlet 19. évében vizsgáltuk az eltérő NPK ellátottsági szintek és kombinációik hatását az Alföldi 1. hibrid szemescirok elemösszetételére és fajlagos elemtartalmára. Ellenőriztük a növény tápláltsági állapotát jellemző levéldiagnosztikai optimumokat is. Főbb eredmények:

1. A maximális 4,1 t/ha szem-, ill. 4,8 t/ha szárterméseket a 19 éve N-nel nem trágyázott, 105 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. 128 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O ellátottságú parcellákon kaptuk. A N-trágyázás depressziót eredményezett, mely a P-hiányos talajon és a 300 kg/ha/év N-adagolás esetén már 50%-os termésvesztést okozott ebben az aszályos évben. A K-trágyázás hatástalan maradt. A N-túlsúly serkentette a N, S, Mn, Cu és gátolta a Mo beépülését a vegetatív szervekbe. A csökkenő szemtermésben ugyanakkor a Mo megháromszorozódott a N-kontrollhoz viszonyítva.
2. A P-trágyázás növelte a Ca, Mg, Fe, Mn és Sr, ill. mérsékelte a K, Zn, Cu és B koncentrációját a növény vegetatív részeiben, esetenként a szemben is. Erősen kifejezetté vált a P-Mn és P-Sr szinergizmus a zöld növényi részekben, valamint a P-Zn antagonizmus minden szervben. A K-trágyázás drasztikusan csökkentette a Ca, Mg, Na Sr kationok felvételét a kation-antagonizmus nyomán.
3. A szemescirok optimális ellátottságát a fiatal 4-6 leveles hajtás vagy a kifejtett bugahányáskori levél 2,0-3,0 % N; 0,20-0,30 % P; 1,5-3,0 % K; ill. a 7-15 N/P és az 50-150 közötti P/Zn aránya jellemezheti. Adataink iránymutatónak szolgálhatnak a szaktanácsadás számára.
4. Kombájn betakarításnál, amikor csak a szemtermést visszük el a tábláról, a talaj főként N és P elemekben szegényedhet. Az 1 t szem + a hozzá tartozó melléktermés fajlagos elemtartalma kísérletünkben átlagosan 31 kg N, 6-7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 16-17 kg K<sub>2</sub>O, 8 kg CaO és 5 kg MgO mennyiségnek adódott. A N és CaO jó egyezést mutatott a hazai szaktanácsadásban ajánlottal, míg a szaktanácsadásban elfogadott P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mintegy 50 %-kal, a K<sub>2</sub>O 80-90 %-kal haladta meg a kísérletben mért fajlagos értékeket.

#### **A rozs (*Secale cereale* L.) műtrágyázása meszes csernozjom talajon**

Karbonátos vályog csernozjom talajon, egy műtrágyázási tartamkísérlet 22. évében 1995-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a Lovászpatonai fajta őszi rozs fejlődésére, termésére, ásványi összetételére és elemfelvételére. Főbb eredményeink:

- 1./ Korai fejlődési stádiumban az NxP kölcsönhatások domináltak, a hajtás tömege 4-szeresére nőtt a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva. Depresszió nem jelentkezett. Érés idején a 100 kg/ha/év N-trágyázás, ill. 105 mg/kg AL-(ammóniumlaktát)-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ellátottság biztosította a maximális 4.6 t/ha szemtermés elérését. Az együttes NP-túlsúly nyomán a szemtermés 2.6 t/ha-ra, a 22 éve NP-trágyázásban nem részesült kontroll szintjére süllyedt az aszályos július eredőjeként.
- 2./ A szem:szalma aránya 1:2.5-re, a szem:szalma+pelyva aránya 1:3.0 értékre tágult ezen a jó búzatalajon. A szalma tömege 6 és 12 t/ha, az összes földfeletti légszáraz biomassa 9-18 t/ha között változott a kezelések függvényében. E nagy tömegű biomassa különösebb műtrágya vagy növényvédő szer használata nélkül elérhető hasonló, könnyen oldható P-ral és K-mal gyengén-közepesen ellátott termőhelyen, akár szárazabb évjáratban is. A rozs alternatív „non food” növényként is hasznosítható, pl. energetikai célokra. A kapott eredmények egy adott évre vonatkoznak, szükséges ezért az évhatalások szerepének tisztázása a jövőben.
- 3./ A műtrágyázás módosította a növényi szervek ásványi összetételét is. Szemtermés akkumulálta a N, P, Zn, Ni, Cr, Cd nagyobb tömegét, míg a többi 14 elem főként a szalmában halmozódott fel. Az 1 t szem + a hozzá tartozó melléktermékre számított fajlagos elemtartalom 28-16-32-7-5 = N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-CaO-MgO kg mennyiségnek adódott. Kombájn betakarításnál, amennyiben a melléktermés a táblán marad 18-10-8-1-2 = N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-CaO-MgO kg fajlagossal dolgozhat a szaktanácsadás. Meszes termőhelyen természetesen feleslegessé válik a Ca és Mg pótlása, kötöttebb talajon a K, N- és P-ral közepesen ellátott talajon pedig ezen elemek adagolása is, különösen extenzív termesztés körülményei között.

#### **2006.**

##### **Az NP-műtrágyázás és a fungicid kezelések közötti kölcsönhatások őszi búzában**

Karbonátos vályog csernozjom talajon Mezőföldön, egy 32 éves műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáltuk az NP-műtrágyázási szintek és a fungicid kezelések közötti kölcsönhatásokat. Főbb eredmények:

1. Nedves évjáratban, amikor a gombafertőzés (lisztharmat, rozsda) kifejezetté válhat, gazdaságos beavatkozásnak minősíthető a fungicides permetezés. Különösen a N-nel jól ellátott búza állományban, ahol kedvező feltételek alakulnak ki nemcsak a termésképzés, hanem a gombakártétel számára is.
2. A permetezett állomány nem fertőződött és az éréskor egészséges világos sárga színt mutatott. Az 1000-mag tömegét az NP-trágyázás 30%-kal, az NP+fungicid kezelés 60%-kal javította a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva. A fungicid kezelés megszüntette a N-túlsúly okozta depressziót, ill. növelte az NP-trágyázás hatékonyságát.
3. A kontroll 0,9 t/ha, az NP-kezelés 3,6 t/ha, az NP+fungicid kezelés 4,9 t/ha szemtermést adott. Védekezés nélkül elveszíthetjük a termés 30-40%-át hasonló körülmények között. Ennyivel csökkenhet a nyersfehérje ha-kénti hozama is. A szem N%-át, ill. nyersfehérje tartalmát a permetezés nem módosította.

4. A Tango és a Juwel fungicidok hatékonysága között igazolható különbséget nem találtunk, mindkét gombaölő szer egyaránt hatékonyak bizonyult.

**2007.**

#### **NxP kölcsönhatások vizsgálata tartamkísérletben rozs növénnyel**

Karbonátos csernozjom vályog talajon, egy műtrágyázási tartamkísérlet 22. évében 1995-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a Lovászpatonai fajta őszi rozs fejlődésére, termésére, ásványi összetételére és elemfelvételére. Főbb eredményeink:

- 1./ Korai fejlődési stádiumban az NxP kölcsönhatások domináltak, a hajtás tömege 4-szeresére nőtt a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva. Depresszió nem jelentkezett. Érés idején a 100 kg/ha/év N-trágyázás, ill. 105 mg/kg AL-(ammóniumlaktát)-oldható  $P_2O_5$  ellátottság biztosította a maximális 4,6 t/ha szemtermés elérését. Az együttes NP-túlsúly nyomán a szemtermés 2,6 t/ha-ra, a 22 éve NP-trágyázásban nem részesült kontroll szintjére süllyedt az aszályos július eredményeként.
- 2./ A N-trágyázással nemcsak a szárbainduláskori hajtás tömege nőtt meg többszörösére, hanem a P és a Ba kivételével minden vizsgált makro- és mikroelem tartalma is emelkedett. Az As, Cd, Co, Hg, Ni, Pb és Se viszont a 0,1 mg/kg méréshatár alatt maradt. A N-kontroll talajon diagnosztikai szempontból hiányzónát mutatott a N, Ca, Mg, Zn, Cu és B a hajtásban, mely elemek tartalma a megfelelő N-kínálattal az irodalmi optimumba került.
- 3./ A talaj javuló P-kínálata növelte a P, valamint mérsékelte a N, Mn, Zn, Cu és különösen gátolta a B beépülését. A P/Zn aránya a P-kontroll talajon mért 132-ről 265-re tágult P-trágyázással jelezve a P-túlsúlyt, ill. relatív Zn-hiányt.
- 4./ A meghatározó NxP kölcsönhatások nyomán nagyságrendbeli változások álltak elő a szárbainduláskori elemakkumulációkban a trágyázási kezelések között. Az NP-kontrollhoz viszonyítva pl. a Mg felvétele 8-szorosára, a Sr felvétele kerekén 15-szörösére, míg a Na felvett mennyisége 85-szörösére ugrott a bőséges NP-kínálattal.
- 5./ A szárbainduláskori földfeletti biomassa alig 1/3-át tette ki az aratáskorinak, azonban N készlete 13, K és Ca készlete 75, míg Na készlete 247%-kal haladta meg a szem + szalma készletét. Ezzel szemben a B, Cr és Mn 20-40; a Sr, Cu és S mintegy 50; Zn 136; Mo 168, Ba 266%-os többletet mutatott aratáskor. Aratás idején már kimutatható volt a magban a Cd, ill. a szalmában a Ni és a Se is.

### **Műtrágyázás hatása telepített gyepre a nagyhőrcsöki kísérleti telepen**

**2005.**

#### **Műtrágyázás hatása a telepített gyep termésére és N-felvételére. 1.**

Egy műtrágyázási tartamkísérlet 28. évében, 2001-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű, pillangós nélküli gyepekverék termésére, fejlődésére és N-felvételére. Főbb eredményeink:

1. Vetéstől az 1. kaszálásig, 2001. 05. 23-ig összesen 391 mm csapadék hullott a 8 hónap alatt. A 2. kaszálás október 9-én történt, a közel 4,5 hónapos periódus alatt újabb 368 mm eső esett. A kedvező csapadékelátás nyomán az abszolút kontroll parcellák szénatermése az 1. kaszálással 1,7 t/ha-ról 8,8 t/ha-ra, a 2. kaszálással 1,2 t/ha-ról 4,2 t/ha-ra, az 1+2. kaszálás éves szénahozama 3 t/ha-ról 13 t/ha-ra nőtt az  $N_3P_3K_3$  kezelésekben.
2. A fiatal állomány N-igénye még mérsékelt, míg P-igénye erőteljes. A jobb kezdeti fejlődés segítése céljából a gyep telepítése előtt célszerű a talajt a „közepes” P-ellátottsági szintre feltölteni. E termőhelyen a 150 mg/kg körüli AL- $P_2O_5$  tartalom tekinthető elérendő céltnak. Idővel a gyep P-igénye csökkent, míg N-igénye emelkedett. K-hatások nem jelentkeztek ezen a 135 mg/kg AL- $K_2O$  ellátottságú termőhelyen.
3. A 2. kaszálás idején P-hatásokat már nem kaptunk, a fűvek kielégítették P-igényüket a 28 éve P-ral nem trágyázott, 66 mg/kg AL- $P_2O_5$  „gyenge” ellátottságúnak minősített talajon is. Termés a N-adag függvénye volt, mely a szénahozamokat megnégyszerezte. Az 1. kaszálásnál a 100 kg/ha, a 2. kaszálásnál a 200 kg/ha/év N-adag bizonyult előnyösnek. A 2. kaszálás kisebb termést, de N-ben gazdagabb szénát eredményezett. A széna kielégítően ellátottnak tekinthető N-ben, ha az anyaszéna N-tartalma a 2%-ot, a sarjúszéna N-tartalma a 2,5-3,0%-ot eléri. A gyep légszáraz-anyag tartalmát a N-trágyázás az 1. kaszálásnál 33%-ról 31%-ra, a 2. kaszálásnál 27%-ról 21%-ra csökkentette.
4. A PK-val kielégítően ellátott talajon a 100 kg/ha/év N-adag adta a maximális szénatöbbletet: az 1. kaszálással 61 kg, a 2. kaszálással 14 kg, azaz összesen 75 kg széna/kg N-re. A 200 kg/ha/év N 43 kg, a 300 kg/ha/év N 34 kg többletszénát eredményezett minden kg N-re. A 300 kg/ha/év N-adagnál az anyaszéna  $NO_3$ -N tartalma 0,34%-ot ért el, túllépve a megengedett 0,25%-os koncentrációt. A kontrollon 0,06, N 100 kg/ha/év kezelésben 0,10, N 200 kg/ha/év kezelésben 0,22%-ot mértünk. A 2. kaszálásnál a sarjúszéna  $NO_3$ -N készlete átlagosan felére csökkent az egyes kezeléseknél.

5. A különbség-módszerrel számított N-hasznosulás a PK elemekkel is kielégítően ellátott kezelésekben meghaladta a 100%-ot. Ez visszavezethető a nagyobb termések fokozott N-felvételére a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$  készletének rovására, melyet a korábbi évek túltrágyázása eredményezett.

### **Mútrágyázás hatása a telepített gyeptakarmányértékére és tápanyaghozamára. 2.**

Egy mútrágyázási tartamkísérlet 28. évében, 2001-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű, pillangós nélküli gyepeverék takarmányértékére. Főbb eredményeink:

1. Míg az 1. kaszálást adó anyaszéna hozamát az NxP pozitív kölcsönhatások határozták meg, a takarmányérték jellemzőit tekintve az NxK kölcsönhatások voltak a mérvadók. Az Nmka 532-ről 390 g/kg-ra csökkent az NK túlsúlya nyomán, ugyanitt a nyersfehérje tartalma 64-ről 183 g/kg értékre emelkedett. Az Nmka/nyersfehérje aránya a kontroll talajon mért 8,3-ről 2,1-re szűkült. A nyershamu tartalma 26%-kal, a MFN 286%-kal nőtt meg a kontrollhoz képest az NK-trágyázással.
2. A gazdaságilag optimálisnak tekinthető takarmányérték hozamokat már a 100 kg/ha/év N-adag biztosította a 150 mg/kg  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  „közepes” ellátottság mellett a nyersrost, rostfrakciók (NDF, ADF), Nmka, nyershamu, NE1, NEm, NEg mutatók esetében az 1. kaszálásnál. A nyerszsír és az MFE hozamok optimumai a 200 kg/ha/év N-adag és a 333 mg/kg  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  ellátottsághoz kötődtek. A nyersfehérje és a N-függő Metabolizálható Fehérje (MFN) optimumait ugyanakkor a maximális NP-kínálat biztosította, a kontrollhoz képest a hozamok megötszörözödtek.
3. A 2. kaszálású sarjúszéna termését és takarmányértékét a N-trágyázás növelte, a P és K hatásai elmaradtak. Maximális szénatermést és takarmányhozamokat általában a 300 kg/ha/év N-adag biztosította. Az 1. + 2. kaszálás összegeit tekintve általában 200 kg/ha/év N-adag bizonyult optimálisnak. Extrémebb különbségek léptek fel az egyes kezeléskombinációk között. Az abszolút kontroll ( $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$ ) kicsi hozamokat adott. Ehhez képest az egyoldalú mérsékelt N-trágyázás ( $\text{N}_1\text{P}_0\text{K}_0$ ) 2-3-szoros többleteket, míg a kiegyensúlyozott mérsékelt ( $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$ ) kezelés további ugrásszerű növekedést jelentett a takarmányérték hozamaiban. A N-függő nyersfehérje, ill. fehérjefrakciók (MFE, MFN), valamint a nyerszsír esetében a maximális hozamok a maximális ( $\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$ ) műtrágya-kínálathoz kötődtek.
4. Összefoglalóan elmondható, hogy a bőséges vagy kielégítő trágyázással hasonló kedvező évben és tápanyagszegény talajon a nyersrost és a rostfrakciók (NDF, ADF), valamint a Nmka, nyershamu, nyerszsír és a nettóenergia mutatói (NE) 3-5-szörösére, a N-függő nyersfehérje és fehérjefrakciók (MFE, MFN) hozamai akár 7-8-szorosára növelhetők.

### **Mútrágyázás hatása a telepített gyeptakarmány ásványi elemtartalmára. 3.**

Egy mútrágyázási tartamkísérlet 28. évében, 2001-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű pillangós nélküli gyepeverék ásványi elemtartalmára. Jelen munkánk a széna ásványi elemtartalmának alakulását mutatja be a N, P és K ellátottsági szintek függvényében. Főbb eredmények:

1. A N-kínálattal általában emelkedett a széna elemtartalma. Kivételt az Al és Mo jelentett mintegy 20-25% hígulást jelezve a N-kontrollhoz viszonyítva. A K, Ca, Mg, Mn, P, Sr, B, Ni 25-50%-os, S és Co 60-70%-os koncentráció-növekedést mutatott a maximális N-kínálattal. A N és a Cu több mint 2-szeresére, a  $\text{NO}_3\text{-N}$  és a Na 5-szörösére dúsult ugyanitt. A P-kínálat igazolhatóan 8 elem dúsulását, ill. 5 elem felvételének gátlását eredményezte. Az alacsony Zn-készlet tovább csökkent mintegy 20, Co 40, Al és Fe 50-60, Mo 70%-kal. Nőtt viszont a Mn és Mg 10-20, a S,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Co 40-50, a Na és Sr 60-70, a P pedig 90%-kal a P-kontrollhoz képest. A K-trágyázás mérsékeltén növelte a N, K és Ba beépülését, míg a többi elem felvételét 10-50%-kal mérsékelte az erősödő kationantagonizmus nyomán.
2. A P-kontroll talajon a P/Zn aránya 118, a P-túlsúlyos kezelésben 278 értékre emelkedett, a P-indukálta Zn-hiány kifejezetté vált. A PxK negatív kölcsönhatások eredményeképpen a Fe koncentrációja 307-ről 105, Al 206-ről 60, Mo 0,44-ről 0,05, Cr 0,33-ről 0,12 mg/kg értékre zuhant az anyaszénában. A kontroll talajon mért optimális 10 körüli Cu/Mo aránya a N-túlsúllyal 34-re, az együttes PK-trágyázással 40-80-szorosára tárgult extrém Mo-hiányt indukálva.
3. A sarjúszenában átlagosan 20%-kal több K, N, Ca, Mg, Na; 40%-kal több Cu; 70-80%-kal több S és Mn; 90%-kal több Fe és P; 140%-kal több Al; 480%-kal több Mo található. A B-tartalom nem módosult, míg a  $\text{NO}_3\text{-N}$  mintegy 40%-kal csökkent. A Cu/Mo aránya a N-kontroll talajon 2,6, a N-túlsúlyos talajon 7,8 értéket mutatott. A P/Zn aránya a P-kontroll talajon 150, a P-túlsúlyoson 269 értéket jelzett. A P-indukálta Zn-hiány tehát a 2. növedékben is előállt, míg a Cu-indukálta Mo-hiány nem jelentkezett.
4. A sarjúszenában is igazolhatóan nőtt a N, K, Mg, P, Mn, Cu, Ni beépülése a N-kínálattal mintegy 20-50 %-kal a N-kontrollhoz viszonyítva. Ugyanitt a  $\text{NO}_3\text{-N}$  4-szeresére, a Na pedig 10-szeresére ugrott. A Fe, Al, B, Mo, Cr 20-60%-os hígulást mutatott. A P-kínálattal serkentő hatás nyilvánult meg a Mn, Sr, Cd, Co, S, P, valamint gátló hatás a Na,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Cu, Zn elemek esetében. A K-kínálattal általában mérséklődött a

kationok, fémek tartalma a szénában. A P-indukálta Cd-akkumulációt a K-trágyázás képes volt ellensúlyozni.

- Összefoglalóan megállapítható, hogy a tartós NPK műtrágyázás drasztikusan akár egy nagyságrenddel megváltoztathatja a takarmányszéna elemösszetételét és elemarányait a kiváltott szinergizmusok és ionantagonizmusok nyomán. Az 1. kaszálásnál pl. a mért elemekben az alábbi minimum-maximum koncentrációk jelentkeztek: N 0,90-3,02, Ca 0,4-0,7, S 0,14-0,32, P 0,12-0,30, Mg 0,10-0,24%; Na 70-700, Fe 100-288, Al 45-250, Mn 71-130, Sr 10-22, Zn 7-14, Ba 6-11, B 3,6-8,1, Ni 0,30-1,63, Cr 0,10-0,42, Mo 0,04-0,44, Co 0,04-0,12 mg/kg légszáraz anyagban.

#### **Műtrágyázás hatása a telepített gyepek ásványi elemfelvételére. 4.**

Egy műtrágyázási tartamkísérlet 28. évében, 2001-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű pillangós nélküli gyepeverék ásványi elemfelvételére. Főbb következtetések:

- Az NxP pozitív kölcsönhatások eredményeképpen és a K-kezelések átlagában az egyes elemek felvétele az 1. kaszáláskor alábbi intervallumban ingadozott az  $N_0P_0$  kontroll és a maximális  $N_3P_3$  kínálat között: K 62-190, N 45-218, Ca 16-51, S 5-24, P 4-24, Mg 4-16, Na 0,5-5,0 kg/ha; Mn 282-968, Sr 35-170, Zn 32-73, Ba 29-55, B 18-44, Cu 8-40 g/ha. Hasonlóképpen a KxP pozitív kölcsönhatások nyomán a Ba 23-62, Ni 1,5-8,9 g/ha tartományban változott. A KxP negatív kölcsönhatások viszont  $K_0P_0$  kontrollon mért 1,6 g/ha Mo felvételt 0,4 g/ha-ra mérsékeltek.
- A 2001. október 9-én történt 2. kaszálás idején a N-hatások érvényesültek: szénahozam a kontrollon mért 1,0 t/ha-ról 3,9 t/ha-ra nőtt. Ugyanitt a Fe, Ba és Mo felvétele kétszeresére; a Ca, S, P, Sr, Zn és Co felvétele 3-4-szeresére; a K, N, Mg, Mn, Ba, Cu és Ni felvétele 5-6-szorosára, míg a Na felvétele 33-szorosára nőtt a maximális N-kínálattal, a kontrollhoz viszonyítva a PK kezelések átlagában.
- A két kaszálás összegeit tekintve a szénahozam a 28 éve trágyázatlan talajon 3 t/ha, míg a maximális  $N_3P_3K_3$  kezelésben 13 t/ha volt. Ugyanitt a felvett Fe, Cr, B, Ni, Mo és Co 2-3-szorosára; a Ca, Mg, Mn, K, Zn, Ba és Cu 5-6-szorosára; a S, Sr és P 7-8-szorosára; a N 10-szeresére, míg a Na 16-szorosára emelkedett. A kivont K és N maximális tömege elérte a 388 kg/ha, Ca 80 kg/ha, S 49 kg/ha, P 42 kg/ha (96 kg/ha  $P_2O_5$ ), Mg 24 kg/ha mennyiséget.
- Az 1 t széna képzéséhez szükséges átlagos fajlagos elemigény kísérleti viszonyaink között az alábbiak adódott: 25 kg K (30 kg  $K_2O$ ), 20 kg N, 6 kg Ca (8-9 kg  $CaO$ ), 2-3 kg S, 2 kg P (5 kg  $P_2O_5$ ), 2 kg Mg (3-4 kg  $MgO$ ). Mikroelemek fajlagos tartalma: 300 g Na, 200 g Fe, 120 g Mn, 100 g Al, 16 g Sr, 13 g Zn, 8 g Ba, 5 g B és Cu, 1-2 g Ni, 1 g Mo, 0,2 g Cr, 0,1 g Co. As, Hg, Cd, Pb és Se általában 1 g kimutatási határ alatt maradt.

#### **Műtrágyázás hatása a telepített gyepek aminosav tartalmára és hozamára. 5.**

Egy műtrágyázási kísérlet 28. évében, 2001-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz vezérnövényű nyolckomponensű pillangós nélküli gyepeverék aminosav tartalmára és hozamára. Levonható következtetések:

- A vizsgált 18 aminosavból 8 változott igazolhatóan a N-trágyázás hatására: A GLU, ASP, HIS, ARG 12-19%-kal nőtt; míg a PRO 23, CYS 25, TRY 42, ALA 48%-kal csökkent a maximális N-adagolás nyomán a nyersfehérjében, a N-kontrollhoz viszonyítva. Az emelkedő P-kínálattal nőtt az ASP, LEU, GLY, PHE, HIS, CYS koncentrációja, ill. drasztikusan 41%-kal esett az ALA tartalma a P-kontrollhoz képest.
- Az NxP pozitív kölcsönhatások nyomán az NP kontrollon mért ASP 7,2-ről 10,3%-ra, HIS 3,8-ről 5,8%-ra, ARG 3,2-ről 4,2%-ra emelkedett az együttes NP trágyázással. Ugyanitt az ALA 5,8-ről 2,2%-ra, ill. a TRY 1,3-ről 0,6%-ra zuhant. A TRY koncentrációját a K-trágyázás is mérsékelte átlagosan 0,3%-kal, így az abszolút kontrollon mért 1,59-ről 0,35%-ra esett vissza a maximális NPK kezelésben.
- A gyepszéna aminosav hozamát a N-trágyázás átlagosan 3-4-szeresére, a P-trágyázás 2-2,5-szeresére, míg a K-trágyázás 20-30%-kal növelte. A 28 éven át nem trágyázott abszolút kontroll és a maximális  $N_3P_3K_3$  trágyázási szint között az ALA és TRY hozama 3-4-szeres, a szénatermés 5-szörös, az egyéb aminosav hozamok átlagosan 8-12-szeres növekedést mutatott. A HIS 14, PRO 16, GLY 18, CYS 20-szoros hozamnövekedést ért el a kontrollhoz képest. Az esszenciális aminosavak tömege 774 kg/ha, összes aminosavak tömege 1552 kg/ha, nyersfehérje hozama 1779 kg/ha-t ért el a  $N_3P_3K_3$  ellátottságon.
- Az NxP kölcsönhatások eredményeképpen az ASP/ALA aránya az NP-kontrollon mért 1,2-ről 4,7-re, ARG/TRY aránya ugyanitt 2,5-ről 6,3-ra, HIS/TRY aránya 2,9-ről 9,7-re táult az együttes NP-túlsúly nyomán. A trágyázás inbalanszt hozhat létre egyes aminosav-párok között, antagonizmust indukálva. Hasonló viszonyok között a takarmány triptofán kiegészítésre szorulhat az aminosav egyensúly helyreállítása céljából.

**2006.**

#### **Műtrágyahatások vizsgálata a 2. éves telepített gyepek. Termés és elemtartalom. 6.**

Egy műtrágyázási tartamkísérlet 29. évében, 2002-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű pillangós nélküli gyepekeverék 2. évének termésére és elemtartalmára. Főbb következtetések:

1. A két kaszálás szénatermése kereken 1.4-8.0 t/ha, míg a zöld fütermés 5.0-24.0 t/ha között változott az NxP kölcsönhatások eredményeképpen. Döntőnek a N-trágyázás bizonyult, mely a szénaterméseket megötszörözte. A P-hatások csak az 1. kaszálásban tükröződtek, míg a K-ellátás a termés tömegét érdemben nem befolyásolta.
2. A 100 kg/ha/év N-adagnál 1 kg N-re 129 kg fű vagy 48 kg széna, a 200 kg/ha/év adagnál 42 kg fű vagy 11 kg széna, míg a 300 kg/ha/év adagnál 19 kg fű vagy 4 kg széna többlettermés jutott. Maximális N-kínálattal a széna NO<sub>3</sub>-N készlete a megengedett 0.25% fölé emelkedett és az össz-N 26%-át már ez a forma tette ki az 1. kaszálás idején. Szaktanácsadási szempontból e termőhelyen a 130-150 mg/kg ammoniumlaktát (AL) oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és K<sub>2</sub>O készlete tekinthető kívánatosnak a szántott rétegben 200 kg/ha/év átlagos N-kiegészítéssel.
3. A N-trágyázással nőtt a N, K, Mg, NO<sub>3</sub>-N, Na, Mn és Cu, valamint mérséklődött a S, P, Al, Fe, B és Mo beépülése az anyaszénába. A talaj növekvő P-ellátottsága serkentette a P, Ca, Mn, Sr és Ba, illetve mérsékelte a S és Mo felvételét. A K-kínálattal emelkedett a K és Ba, míg gátlást szenvedett az antagonista kationok (Ca, Mg, Na), és Mo beépülése.
4. Az indukált Mo-hiány a takarmány minőségét veszélyeztetheti, mely a trágyázatlan talajon mért 1.0 mg/kg értékről 0.1-0.2 mg/kg értékre zuhant a maximális NPK trágyázás nyomán. Ugyanitt a normálisnak tekintett 2-4 ezer körüli P/Mo aránya 20 ezer fölé emelkedett. A 2. kaszálásnál az indukált Mo-hiány jelensége visszaszorult. Kifejezetté vált viszont a P-Zn antagonizmus, illetve az indukált Zn-hiány. A P-kontroll talajon a sarjűzéna 15 mg/kg, a P-túlsúlyoson 10 mg/kg Zn koncentrációt mutatott. Ugyanitt a P/Zn aránya a még elfogadható 167-ről 364-re tágult.
5. A 2. kaszálásból származó sarjűzéna kicsi termése ásványi elemekben gazdagabb mint az anyaszéna nagy termése. A legtöbb elembe a dúsulás 30-50%-ra tehető. Az átlagos N-készlet viszont ezt meghaladóan kétszeres, míg az Al, Fe és Mo tartalom több mint kétszeres akkumulációt jelzett. Kiugró, 25-szörös változást mutatott a Na-koncentrációja a szénában az NxK kölcsönhatások eredményeképpen, az antagonista K és a szinergista N befolyása alatt.

#### **Műtrágyahatások vizsgálata a 2. éves telepített gyepon. Ásványi elemfelvétel. 7.**

Egy műtrágyázási tartamkísérlet 29. évében, 2002-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű pillangós nélküli gyepekeverék 2. évének termésére és elemtartalmára. Főbb következtetések:

1. Míg a szénatermés tömegét döntően a N-ellátás határozta meg, a N-kontrollhoz viszonyítva ötszörösére növelve, az ásványi elemek felvételét a fellépő NxP és NxK kölcsönhatások ill. antagonizmusok és szinergizmusok jelentősen tovább módosították.
2. Az NxK ellátottság függvényében az 1. kaszálással kivont K pl. kereken 23-198 kg/ha, Na 0,1-7,1 kg/ha, Mo 0,4-3,5 kg/ha változást mutatott. Az NxP trágyázással a P 3-14 kg/ha, Sr 12-388 g/ha, Mo 0,5-4,5 g/ha határok között módosult. Hasonlóképpen nagyságrendi változások jelentkeztek a 2. kaszálás idején is.
3. A talaj növekvő oldható K-kínálatával nőtt a K és Ba, ill. visszaszorult az antagonista Ca, Mg, Na elemek felvétele. A P-trágyázás serkentette a P, S, Sr és Ba, valamint gátolta a Mo beépülését, melynek kivont mennyisége 1/3-ára esett a P-ral igen jól ellátott parcellákon. A bőséges N-ellátás főként a N, K, Mn, Sr és Cu elemek beépülését segítette nagyságrendbeli akkumulációt eredményezve a N-kontrollhoz viszonyítva.
4. Az extrém tápláltsági szituációkat tekintve (az N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> és az N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub> szintek között) az alábbi különbségek léptek fel a felvételben 2002-ben a makroelemek esetén: K 34-302 kg/ha, N 15-168 kg/ha, Ca 8-35 kg/ha, S 5-22 kg/ha, P 4-22 kg/ha (9-51 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Mg 3-14 kg/ha. Kontrollhoz képest a Na beépülése 23-szorozódott az egyoldalún N-kínálattal, majd töredékére zuhant az együttes NPK adagokkal. Nagyságrendbeli emelkedést mutatott a Mn, Sr, Zn és Cu. Az As, Cd, Co, Cr, Hg, Pb, Se felvett mennyisége általában 1 g/ha méréshatár alatt maradt.
5. Az 1 t szénába épült elemtartalom a két kaszálás összegéből számítva 2002-ben az alábbi szórásokat mutatta a műtrágyázás függvényében: K 17-35 kg (20-42 kg K<sub>2</sub>O), N 9-19 kg, Ca 3-5 kg, S 2,0-2,5 kg, P 1,3-2,5 kg (3,0-5,7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Mg 1,4-1,9 kg. A beépült mikroelemek mennyiségei: Na 170-980 g, Fe 90-170 g, Mn és Al 60-120 g, Sr 10-50 g, Zn 7-25 g, Ba és B 3-6 g, Cu 3-6 g, Ni 0,4-0,9 g, Mo 0,3-1,3 g/t széna. Adataink a gyepe elemforgalmának mértékére utalnak és iránymutatónak szolgálhatnak a műtrágyaigény becslésében a szaktanácsadás számára.

#### **Műtrágyahatások vizsgálata a 2. éves telepített gyepon. Minőség, tápanyaghozam. 8.**

Egy műtrágyázási tartamkísérlet 29. évében, 2002-ben vizsgáltuk az eltérő N, P és K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű, nyolckomponensű pillangós nélküli gyepekeverék 2. évének termésére és elemtartalmára. Főbb levonható következtetések:

1. Döntőnek a N-hatások bizonyultak, melyek a szénaterméseket és a tápanyaghozamokat is többszörözték. A N-kínálattal nőtt a széna nyersfehérje, valamint mérséklődött a nyersrost, összes cukor és nyershamu tartalma. A P-hatások nem bizonyultak következetesnek, míg a K-trágyázás 15-20%-kal emelte a széna nyershamu készletét mindkét kaszálás idején.
2. A két kaszálás összegét tekintve a szénatermés a 29 éve trágyázatlan kontrollon ( $N_0P_0K_0$ ) mért 1,7 t/ha-ról 8,7 t/ha-ra emelkedett a maximális trágyázás ( $N_3P_3K_3$ ) nyomán. Ugyanitt a nyersrost 532 kg-ról 2876 kg-ra, a nyersfehérje 113 kg-ról 1110 kg-ra, a nyershamu 132 kg-ról 672 kg-ra, a nyerszsír 39 kg-ról 173 kg-ra nőtt. A nyersrost/nyersfehérje aránya ezzel párhuzamosan 4,7-ről 2,6-ra szűkült.
3. A 3 éves tárolást követően a karotin nagy része elbomlott a szénában, az átlagos mennyiség csupán 0,9 mg/kg szárazanyag értéket adott. Az N-kontrollon mért 0,6 mg/kg a 200 kg/ha/év N-adaggal megduplázódott, majd a 300 kg/ha/év N-adag nyomán ismét bizonyíthatóan visszaesett.
4. A sarjűszéna kis termése átlagosan 50-70%-kal gazdagabb volt nyersfehérjében és nyershamuban, míg a nyerszsír készlete az anyaszénában mértnek 3-szorosát tette ki. A nyersrost/nyersfehérje aránya a sarjűban átlagosan 1,9, míg a gyenge minőségű, ill. tápértékű anyaszénában 4,2 volt. A sarjűszéna viszont nyersrostban volt szegényebb mintegy 20%-kal.
5. A sarjűszéna egyéb minőségi mutatóit vizsgálva azt találtuk, hogy a javuló N-kínálattal igazolhatóan esett a N-mentes kivonható anyag (Nmka) és a savdetergens rost (ADF) tartalma, valamint nőtt az energiafüggő és a N-függő metabolizálható fehérje (MFE és MFN), ill. a nettóenergia (NE) formák/jellemzők. A P-kínálat érdemi változásokat nem okozott. A K-trágyázás nyomán némileg emelkedett a neutrális detergens rost (NDF), ill. csökkent a Nmka és az energetikai mutatók (NE) értéke.

## 2007.

### Műtrágyahatások vizsgálata a 3. éves telepített gyepon

Egy műtrágyázási kísérlet 30. évében, 2003-ban vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű nyolckomponensű pillangós nélküli gyepekre. Főbb eredmények:

1. A száraz 2003. évben egy kaszálásra került sor június 2-án. A 30 éve trágyázatlan kontroll 1,3 t fü, ill. 0,6 t szénatermést adott ha-ként. A maximális 10,7 t fü, ill. 4,2 t szénatermést a 200 kg/ha/év N, valamint a 153 mg/kg  $AL-P_2O_5$  és a 193 mg/kg  $AL-K_2O$  közepes PK-ellátottság biztosította. Az átlagos N-hatás 2,6 t/ha, az átlagos P- és K-hatás 0,4-0,4 t/ha széna terméstoppletet adott. A maximális terméshez kötődő „megfelelő” szénaösszetételt a 2% körüli N; 0,2% körüli P és az 1,8% körüli K koncentráció jelezte növénydiagnosztikai szempontból.
2. A meghatározó N-trágyázás nyomán csökkent a széna szárazanyag, nyersrost, cukor és nyershamu tartalma, míg a nyersfehérje és karotin készlete 2-2,5-szeresére nőtt. A nyerszsír maximumát az  $N_1$  szinten találtuk, majd a N-túlsúly nyomán mennyisége a szénában felére csökkent. A P trágyázás igazolhatóan növelte az összes cukor, míg a K-trágyázás az összes cukor és nyershamu tartalmakat. A nyersrost 260-310, nyersfehérje 60-143, összes cukor 44-82, nyershamu 40-60, nyerszsír 13-27 g/kg között változott a kezelések függvényében.
3. A pillangós nélküli gyepek kevés és gyenge minőségű szénát adott N-trágya nélkül. Megfelelő nyersfehérje tartalmat (140 g/kg) a 300 kg/ha/év N-trágyázással lehetett elérni. Limitáló tényező takarmányozástani szempontból a nyersfehérje hiánya lehet, mely a N-nélküli parcellán mindössze 60 g/kg értéket tett ki.
4. A N-kínálattal nőtt a széna N, Ca, Mg,  $NO_3-N$ , Na, Mn, Sr, B, Ba, Ni tartalma. A B és Ba 2-szeres,  $NO_3-N$  6-szoros, Na 7-szeres akkumulációt jelzett. A növekvő terméssel ugyanakkor hígult a P, Zn, Cu, Mo koncentrációja. A P- trágyázás a P, S, Sr, Ba elemek beépülését serkentette, míg a Zn, B, Mo elemekét gátolta. A K trágyázás nyomán nőtt a K és Ba, valamint csökkent az antagonista Ca, Mg, Na, Sr kationok és a S, B elemek beépülése. A széna minőségét rontja, hogy a Zn a kívánatos tartalomnak 1/3-át, míg a Cu felét teheti ki trágyázatlan talajon és az NP-trágyázással az abszolút és relatív Zn és Cu hiánya erősödhet.
5. A műtrágyázás nagyságrendi változásokat okozott az egyes elemek ha-onként felvett mennyiségben. Az 1 t szénában épült „fajlagos” elemkészlet az alábbiak szerint változott a kezelések függvényében: K 15-25 kg, N 9-22 kg, Ca 4-6 kg, S 2,3-2,6 kg, P 1,9-3,5 kg, Mg 1,8-2,0 kg, Na 0,1-0,9 kg, Fe 120-185 g, Al 100-144 g, Mn 79-112 g, Sr 10-20 g, Zn 7-15 g, Cu 2-6 g, Ba 2-5 g, B 4-5 g, Ni 1,0-1,6 g. Az As, Cd, Co, Cr, Hg, Pb, Se általában 1 g/ha mérés határ alatt maradt. Adataink iránymutatóul szolgálhatnak a gyepszéna elemigényének megítélésénél.

### Műtrágyahatások vizsgálata 4.éves telepített gyepon. Termés, elemösszetétel.

Egy műtrágyázási kísérlet 31. évében, 2004-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K, ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű nyolckomponensű pillangós nélküli gyepekre. 4. évének termésére és ásványi elemtartalmára. Főbb eredmények:

1. A N-kínálattal együtt 2-2,5-szeresére nőtt az átlagos növénymagasság és csökkent a szárazanyag-tartalom. A két kaszálás összes széna hozama a N-kontroll talajon 1,6 t/ha, a 300 kg/ha/év kezelésben 7,8 t/ha



mennyiséget tett ki. Leginkább hatékonyak a 100 kg/ha/év N-adag bizonyult, ahol 1 kg N-re 40 kg széna, ill. 185 kg fű többletermés jutott. A második 100 kg/ha/év N-adagot döntően a 2. kaszálás hasznosította 16 kg széna/kg N többleterméssel. A 300 kg/ha/év adag már gazdaságtalannak bizonyult.

2. A 31 éve P-val nem trágyázott, gyengén ellátott P-kontrollhoz viszonyítva az anyaszéna 1,0 t/ha szénatöbblettel hálálta meg az ammóniumlaktát (AL) oldható  $P_2O_5$  tartalom „közepes” szintre, 153 mg/kg értékre való emelését. A 2. kaszálás idején azonban a P-trágyázás már eredménytelen maradt, a gyepek kielégítették P-igényét a P-kontroll talajon is. A K-trágyázás átlagosan 0,5 t/ha szénatöbbletet adott, a talaj eredeti 135 mg/kg „közepes” AL- $K_2O$  ellátottságát 193 mg/kg „kielégítő” szintre növelve. A K-kínálat további növelése a széna termését már nem módosította.
3. A N-kínálattal mindkét kaszáláskor nőtt a széna N,  $NO_3-N$ , Na, Ba, és Cu, valamint mérséklődött a Fe, Mn, Al, Mo tartalma. A talaj P-ellátottságának javulása a P, S, Sr akkumulációját serkentette, ill. a Cu és Mo beépülését gátolta egyértelműen. A K-trágyázás a K beépülését segítve egyidejűleg antagonisták hatású volt az egyéb kationok, mint a Ca, Mg, Na felvételére.
4. A sarjuszéna szegényebb volt az anyaszénához viszonyítva K, N,  $NO_3-N$ , P, Al és Zn elemekben. Az átlagos Zn-készlet pl. a 60 mg/kg-ról 18 mg/kg-ra zuhant. Ugyanakkor a Ca, S, Mg, Mn, Fe, Sr, B, Ba, Mo elemek inkább az előregedő sarjában akkumulálódtak.
5. Az NxP kölcsönhatások nyomán a széna Mo tartalma az 1. kaszáláskor 0,3-1,0 mg/kg, míg a 2. kaszáláskor 0,4-4,5 mg/kg között változott, azaz ugyanazon évben a termett széna Mo tartalmában 15-szörös különbség is felléphet. Az anyaszéna Na tartalmát a N-trágyázás egy nagyságrenddel növelte, míg a K-trágyázás 1/5-ére mérsékelte. Az NxK kölcsönhatások eredményeképpen a Na koncentrációja a szénában 62-1923 mg/kg értéktartományban mozgott, több mint 30-szoros módosulást elszenvedve. A kölcsönhatások mértéke kaszálásenként változhat és némileg/esetenként az iránya is módosulhat. Ismeretük alapvető fontossággal bírhat mind növénydiagnosztikai, mind takarmányozástani szempontból.

## 2008.

### Műtrágyahatások vizsgálata 4. éves telepített gyepek. Elemfelvétel, elemforgalom

Egy műtrágyázási kísérlet 31. évében, 2004-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K, ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérnövényű nyolckomponensű pillangós nélküli gyepek 4. évének termésére és ásványi elemtartalmára. Főbb eredmények:

1. A 31 éves trágyázatlan talaj 1,6 t/ha míg a maximális  $N_3P_3K_3$  kezelés 9,4 t/ha szénatermést adott 2004-ben, tehát trágyázással a két kaszálás hozama közel 6-szorosára volt növelhető. Ezzel párhuzamosan 2-2,5-szeresére nőtt az átlagos növénymagasság és 1/3-ával mérséklődött a szárazanyag mennyisége a fűben.
2. A leginkább mobilis Na felvett tömege a N-műtrágyázással az anyaszénában 28-szorosára, a 2. kaszáláskor 78-szorosára nőtt, míg a K-trágyázással közel 1/5-re, ill. felére esett vissza. Az NxK kölcsönhatások eredményeképpen a Na felvételében a 1. kaszáláskor 81-szeres, a 2. kaszálásnál 123-szoros különbségek adódtak. A Mo beépülését a N-ellátás serkentette, míg a P-kínálat gátolta. Az NxP kölcsönhatások 4-6-szoros eltéréseket indukáltak a Mo felvételében.
3. Az 1 t szénába épült „fajlagos” elemkészlet a meghatározó N-ellátottság függvényében az alábbiak szerint alakult ezen a termőhelyen: 24-26 kg K, (29-31 kg  $K_2O$ ), 15-27 kg N, 5-6 kg Ca, 2-3 kg P (4-7 kg  $P_2O_5$ ), 2-3 kg S, 2 kg Mg és 0,1-1,0 kg Na. A mikroelemek tartalma szintén változott: Mn 114-133 g, Fe 82-126 g, Al 38-88 g, Zn 42-52 g, Sr 13-16 g, Cu 3-6 g, B és Ba 3-4 g, Mo 0,4-1,6 g, Ni 1,2-1,8 g, Cr 0,1 g átlagosan 1 t szénában. Adataink iránymutatónak szolgálhatnak a gyepek elemigényének és trágyaszükségletének számításánál.
4. A trágyázatlan talaj mindössze 21 kg/ha N-t tudott a szénába juttatni. A kielégítő PK ellátottságú talajon a 100, 200, 300, kg/ha/év N-adagok nyomán a szénába épült N mennyisége is eléri vagy megközelíti a 100, 200, 300, kg/ha körüli mennyiséget. E becslések szerint a N műtrágya 100%-ban hasznosulhatott.

## A nagyhöröcsöki OMTK kísérletek eredményei

Kiértékeljük a mézlepdedékes csernozjom talajon beállított NPK műtrágyázási tartamkísérlet (OMTKA Nagyhöröcsök) 40 évét a búza-kukorica-kukorica-borsó forgóban. Eredményeinket részletesen a Növénytermelés c. folyóiratban megjelent 4 dolgozatunk foglalja össze 2005-2008. között (54: 111-122, 56: 147-159, 56: 307-319, 57: 21-33).

### Búza műtrágyázása a mezőföldi OMTK kísérletben 1968-2004. között

Az A-17 jelű OMTK NPK műtrágyázási kísérletet 1967 őszén állítottuk be 20 kezeléssel és 4 ismétléssel (összesen 80 parcellában) búza-kukorica-kukorica-borsó forgóval. Jelen munkánkban az 1968-2004. között, tehát a kísérlet 37 éve alatt kapott 10 búza kísérleti év eredményeit ismertetjük. Főbb eredményeink:

1. A trágyázatlan kontroll parcellák szemtermése 1.2-3.8 t/ha, az optimális NPK kezelésben 3.2-7.7 t/ha között változott a vizsgált években. Termésmaximumok az 50-100 kg/ha/év N-adaghoz, ill. a 150-200 mg/kg ammóniumlaktát (AL) oldható  $P_2O_5$  és  $K_2O$  tartalomhoz kötődtek a szántott rétegben.
2. A borsó előveteményt követő búza általában terméscsökkenéssel reagált az egyoldalú, 50 kg/ha/év feletti N-adagokra. Az évekkel nőtt a relatív PK hiánya e kezeléseknél, ill. nőtt a PK-trágyázás hatékonysága. A kiegyensúlyozott NPK trágyázás részben ellensúlyozta az aszályt, javult a vízhasznosulás.
3. A trágyahatások időfüggők, mert változik a talaj összetétel, elemkinálata. A trágyázatlan parcellák szántott rétege elszegényedett oldható P és K készletében, mellyel a növekvő PK-hatások összefüggtek. Az eredetileg kielégítő 180-200 mg/kg AL- $K_2O$  tartalom a közel 3 évtized alatt 115 mg/kg értékre, a 60-80 mg/kg AL- $P_2O_5$  készlet 50 mg/kg értékre süllyedt.
4. Megközelítően a növényi felvételt tükröző 50-60 kg/ha/év  $P_2O_5$ , ill. 100-150 kg/ha/év  $K_2O$  adagokkal a talaj szántott rétegének oldható PK-készlete fenntartható. A felvételt 2-3-szorosan meghaladó P-trágyázás nyomán a feltalaj AL- $P_2O_5$  tartalma nagyságrendi dúsulást mutatott.

#### **Búza utáni kukorica trágyareakciója a mezőföldi OMTK kísérletben 1969-2002. között**

Az OMTK A-17 jelű NPK műtrágyázási kísérletet 1967 őszén állítottuk be 20 kezeléssel és 4 ismétléssel, összesen 80 parcellával búza-kukorica-kukorica-borsó forgóban. Jelen munkánkban az 1968-2001. között, tehát a kísérlet 34 éve alatt kapott 10 kukoricaév eredményeit ismertetjük. Levonható főbb következtetések:

1. A trágyázatlan kontroll parcellák szemtermése 3.9-7.7 t/ha, az optimális NPK kezelésben 8.8-10.9 t/ha között változott a vizsgált években. Termésmaximumok a 150 kg/ha/év N-adaghoz, ill. a 150-200 mg/kg ammóniumlaktát (AL)-oldható  $P_2O_5$  és  $K_2O$  tartalomhoz kötődtek a szántott rétegben.
2. Az önmagában adott mérsékelt 50-100 kg/ha/év N-trágyázás a termést növeli, azonban az e feletti egyoldalú N-trágyázás nyomán a szemtermés általában visszaesik. A P-hatások kifejezetté válnak a nagyobb N-szinteken 2-4 t/ha szemterméstöbbleteket eredményezve. Csak a mérsékelt 50-60 kg/ha/év  $P_2O_5$  adagok bizonyulnak hatékonynak. Az elégtelen és a túlzott P-trágyázás egyaránt termésvesztést okozhat.
3. Az utolsó kukoricaévben, 2001-ben az extrém P-túlsúlyos parcellák termése a 34 éve trágyázatlan kontroll termésétől is 1 t/ha-ral elmaradt. A P-túlsúly által kiváltott Zn-hiány nyomán 3-4 t/ha termésvesztés alakult ki az optimális/mérsékelt P-ellátottsághoz viszonyítva.
4. A trágyahatások időfüggők, mert változik a talaj összetétele, elemkinálata. Az induláskori 180-200 mg/kg AL- $K_2O$  tartalom a 3 évtized alatt 120-130 mg/kg értékre, a 80 mg/kg AL- $P_2O_5$  készlet 50-60 mg/kg értékre süllyedt, mellyel az emelkedő PK-hatások összefüggtek. Közelítően a forgó növényi felvételét tükröző 50-60 kg/ha/év  $P_2O_5$ , ill. 100-150 kg/ha/év  $K_2O$  adagokkal a szántott réteg oldható AL-PK készlete fenntartható. A felvételt 2-3-szorosan meghaladó P-trágyázás nyomán a feltalaj AL- $P_2O_5$  tartalma nagyságrenddel dúsult.
5. A repce magtermését az együttes NPK trágyázás 5-szörösére növelte. Meghatározónak a P-trágyázás bizonyult.

#### **Kukorica utáni kukorica trágyareakciója a mezőföldi OMTK kísérletben 1970-2006. között**

Az OMTK A-17 jelű NPK műtrágyázási kísérletet 1967 őszén állítottuk be 20 kezeléssel és 4 ismétléssel, összesen 80 parcellával búza-kukorica-kukorica-borsó forgóban. Jelen munkánkban az 1970-2006. között, tehát a kísérlet 39 éve alatt kapott 10 kukoricaév eredményeit ismertetjük. A termőhely löszön képződött mészsírtartalmú csernozjom talaja a szántott rétegben mintegy 3-5 %  $CaCO_3$ -ot, 2.5-3.0 % humuszt és 20-22 % agyagot tartalmaz, N-nel és K-mal eredetileg kielégítően, P-ral és Zn-vel gyengén ellátott. A talajvíz szintje 13-15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékenynek minősül 550-600 mm átlagos éves csapadékösszeggel. Műtrágyaként pécisót, szuperfoszfátot és kálisót alkalmaztunk. Levonható főbb következtetések:

1. A trágyázatlan kontroll parcellák szemtermése 3.3-5.9 t ha<sup>-1</sup>, az optimális NPK kezelésben 7.3-12.3 t ha<sup>-1</sup> között változott a vizsgált években. Termésmaximumok a 100-150 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> N-adaghoz, ill. a 150-200 mg kg<sup>-1</sup> ammóniumlaktát (AL)-oldható  $P_2O_5$  és 200 mg kg<sup>-1</sup> feletti AL- $K_2O$  tartalomhoz kötődtek a szántott rétegben. A talajbani optimális oldható AL- $K_2O$  határérték megítélését a kísérleti elrendezés nem tette lehetővé, de az e talajon folyt egyéb K-hatásgörbe kísérletek eredményei szerint a K-hatások 200 mg kg<sup>-1</sup> feletti AL- $K_2O$  tartalomnál már általában nem igazolhatók.
2. Az önmagában adott mérsékelt 50-100 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> N-trágyázás a termést növeli, azonban az e feletti egyoldalú N-trágyázás nyomán a szemtermés általában visszaesik. A P-hatások kifejezetté válnak a nagyobb N-szinteken 2-4 t ha<sup>-1</sup> szemterméstöbbleteket eredményezve. Csak a mérsékelt 50-60 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup>  $P_2O_5$  adagok bizonyultak hatékonynak. Az elégtelen és a túlzott P-trágyázás egyaránt termésvesztést okozott.
3. Az extrém aszályos 1990. évben a maximális 2.5 t ha<sup>-1</sup> szemtermést a 23 éve nem trágyázott kontroll talajon kaptuk. Trágyázással a termés felére zuhant. A kritikus időszak (július 15-augusztus 15) csapadéka 15-20 %-át tette ki a kedvező évszázatokénak.
4. A trágyahatások időfüggők, mert változik a talaj összetétele, elemkinálata. Az induláskori 180-200 mg kg<sup>-1</sup> AL- $K_2O$  tartalom a 3 évtized alatt 120-130 mg kg<sup>-1</sup> értékre, a 80 mg kg<sup>-1</sup> AL- $P_2O_5$  készlet 50-60 mg kg<sup>-1</sup>

értékre süllyedt, mellyel az emelkedő PK-hatások összefüggtek. Közelítően a forgó növényi felvételét tükröző 50-60 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. 100-150 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O adagokkal a szántott réteg oldható AL-PK készlete fenntartható. A felvételt 2-3-szorosan meghaladó P-trágyázás nyomán a feltalaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma nagyságrenddel dúsult.

5. A tavaszi árpa szemtermése 1970-ben a kontroll talajon 1 t ha<sup>-1</sup> körülinek adódott, melyet az együttes NP, ill. NPK trágyázás 2-2.5 t ha<sup>-1</sup>-ra növelt. Termésdepresszió nem jelentkezett, sőt a maximális hozamok az N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>, ill. N<sub>4</sub>P<sub>3</sub>K kezelésben képződtek.

#### **A borsó trágyareakciója a mezőföldi OMTK kísérletben 1971-2007. között**

Az OMTK A-17 jelű NPK műtrágyázási kísérletet 1967 őszén állítottuk be 20 kezeléssel és 4 ismétléssel, összesen 80 parcellával búza-kukorica-kukorica-borsó forgóban. Jelen munkánkban az 1971-2007. között, tehát a kísérlet 40 éve alatt kapott 10 borsóév eredményeit ismertetjük. A termőhely löszön képződött mészeledékes csernozjom talaja a szántott rétegben 3 % körüli CaCO<sub>3</sub>-ot, 2,5-3,0 % humuszt és 20-22 % agyagot tartalmaz, N-nel és K-mal eredetileg kielégítően, P-ral és Zn-kel gyengén ellátott. A talajvíz szintje 13-15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékenynek minősül 550-600 mm átlagos éves csapadékösszeggel. Műtrágyaként pétisót, szuperfoszfátot és kálisót alkalmaztunk. Levonható főbb következtetések:

1. A kontroll parcellák szemtermése csökkent az idő előrehaladtával és egyidejűleg extrém nagy évhatalások léptek fel. A 40-100 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> N, 40-60 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és a 80-100 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O mérsékelt trágyázás drasztikusan tompította az évenkénti termésingadozást és a maximális terméseket adta. Trágyázás nélkül elveszíthettük volna a szemtermés 1/3-át (1971-1983), felét (1987-1999), 2/3-át (2007), esetleg 3/4-ét (2003).
2. Az elégtelen és a túlzott NP-trágyázás egyaránt termésvesztést jelenthet. A P-túlsúly nyomán kifejezettebbé válhat az indukált Zn-hiány ezen a talajon és a Zn-igényes kultúrákban mint a kukorica és a borsó egyre jelentősebb depressziót okozva korlátozhatja a talaj termékenységét.
3. A trágyahatások időfüggők, mert változik a talaj összetétele, elemkinálata. Az induláskori 180-200 mg kg<sup>-1</sup> AL-K<sub>2</sub>O tartalom a 4 évtized alatt 120-130 mg kg<sup>-1</sup> értékre, a 80 mg kg<sup>-1</sup> AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> készlet 50-60 mg kg<sup>-1</sup> értékre süllyedt, mellyel az emelkedő PK-hatások összefüggtek. Közelítően a forgó növényi felvételét tükröző 50-60 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. 100-150 kg ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O adagokkal a szántott réteg oldható AL-PK készlete fenntartható. A felvételt 2-3-szorosan meghaladó P-trágyázás nyomán a feltalaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma nagyságrenddel dúsult.

#### **Az őrbottyáni meszes homoktalajon végzett kísérletek tanulságai**

**Az őrbottyáni, Duna-Tisza közén folyó műtrágyázási tartamkísérletben feldolgoztuk 2007-ben a sáfrányos szeklice és amaránt, 2008-ban az őszi búza, sárgarépa, tritikálé, rozs és amaránt növényekkel kapott eredményeket. A közleményeket az Agrokémia és Talajtán, illetve a Növénytermesztés c. tudományos folyóiratok közzélték (lásd a publikációjegyzéket).**

**2007.**

##### **Műtrágyázás hatása a sáfrányos szeklice (*Carthamus tinctorius* L.) termésére és fejlődésére.**

Duna-Tisza közti karbonátos homoktalajon 1970-ben beállított műtrágyázási tartamkísérletek 20. évében, 1990-ben vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a sáfrányos szeklice fejlődésére, termésére, elemfelvételére, minőségére, valamint a talaj szántott rétegének ammóniumlaktát (AL) oldható PK készletére. Levonható főbb következtetések:

1. A talajgazdagító PK trágyázás nyomán az AL-oldható PK készlet a „kielégítő” ellátottsági tartományba emelkedett a szántott rétegben mindkét kísérletben. A nagyobb és biztonságosabb termések érdekében célszerű e növényt is a termékenyebb, jobb vízgazdálkodású talajon termesztetni. A homoktalajok termékenységét, mivel K-készletük eredendően kicsi, döntően javíthatjuk K-trágyázással. Kíváncsú a 150 mg/kg körüli AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ill. AL-K<sub>2</sub>O tartalom elérése a feltalajban és emellett a 80-100 kg/ha N biztosítása minden tervezett tonna kaszattermésre.
2. Az aszályos évben a magtermések kicsik maradtak, különösen az erodált talajon. A humuszosabb talajon és az NP szinteken adott K-trágyázás részben ellensúlyozta a vízhiányt, a kaszattermés a kontrollon mért 200 kg/ha-ról 600 kg/ha fölé emelkedett. Ezzel együtt mérsékeltén de igazolhatóan nőtt az olajtartalom is, valamint 3,5-szeresére az olajhozam. A szeklice versenyképesnek tekinthető hasonló viszonyok között, 4:1 rozs:szeklice magtermés arányokat feltételezve. E talajon 1990-ben ugyanis 0,7-2,3 t/ha rozs szemterméseket kaptunk.
3. A kaszat olajának zsírsav összetétele a szeklicére jellemző képet mutatott és érdemben nem módosult a kezelések hatására. A linolsav (C 18:2) átlagosan 77,4 %, az olajsav (C 18:1) 13,3 %, a palmitinsav (C 16:0) 5,6, a sztearinsav (C 18:0) 2,6 % mennyiségben fordult elő.
4. Az NP-szinteken adott bőséges K-trágyázás a növény kezdeti fejlődésére, kelésére, növényborítottságára, állomány-fejlettségére, korai virágzására, magasságára, elágazások és a gubók számára, ezerkaszat

tömegére, valamint a harvest indexre egyaránt előnyösnek mutatkozott. A termékenyebb talajon gyorsan beállt az állomány, gyors és egyenletes volt a kelés, nőtt a fotoszintetizáló aktív levélfelületet jellemző súly és közel két héttel előbb érte el a növény a generatív szakaszt jelentő virágzás állapotát. Fenti megállapítások az adott termőhelyi és éghajlati viszonyokra érvényesek.

#### **Mútrágyázás hatása a sáfrányos szeklice (*Carthamus tinctorius* L.) elemfelvételére**

Levonható főbb következtetések:

1. A talajgazdagító PK trágyázás nyomán az AL-oldható PK készlete a „kielégítő” ellátottsági tartományba emelkedett. Az aszályos évben a magtermések kicsik maradtak, de az NP-szinteken a K-trágyázás részben ellensúlyozta a vízhiányt, a kontrollon mért 200 kg/ha-ról a kaszattermés 600 kg/ha fölé emelkedett.
2. A homoktalajok termékenységét döntően javíthatjuk K-trágyázással, mivel K-készletük kicsi. Kíváncsú a 150 mg/kg körüli ammóniumlaktát oldható AL- $P_2O_5$ , ill. AL- $K_2O$  koncentráció elérése a szántott rétegben és emellett a kielégítő N-ellátás biztosítása.
3. A diagnosztikai célú optimumokat a fiatal levélben/lombban, 30-40 cm magas állományban a 4-5 % K, 0,3-0,4 % P, 3-4 % N, ill. a 10-15 K/P, 8-12 N/P és az 1,0-1,5 K/N aránya tükrözheti, melyhez a termésmaximumok kötődtek.
4. A N, P, Mg, Zn elemek főként a kaszatban, míg a K, Ca, Na, Fe, Mn elemek döntően a melléktermékben dúsultak. Az 1 t szem + a hozzá tartozó szalma és pelyva elemigénye átlagosan az alábbiak adódott: 94 kg N, 14 kg P (32 kg  $P_2O_5$ ), 44 kg K (53 kg  $K_2O$ ), 68 kg Ca, 11 kg Mg, 768 g Na, 780 g Fe, 205 g Mn, 103 g Zn, 48 g Cu.

#### **Az EDIT magamarant vetésidő x tőszám vizsgálata szabadföldi kísérletben**

Az MTA TAKI Órbottyán Kísérleti Telepén, Duna-Tisza közti karbonátos homoktalajon vizsgáltuk a vetésidő és a tőszám hatását az EDIT fajtájú magamarant fejlődésére, termésére, elemösszetételére és elemfelvételére. Főbb eredmények:

1. Az aprómagvú amarant kezdeti fejlődése lassú, a 24 cm körüli magasságot a vetés után 1 hónappal érte el június végén. Az intenzív megnyúlás szakasza a július mintegy 80 cm, augusztus kb. 50 cm gyarapodással. Augusztus végével a növekedés leállt. Alacsonyabb 128 cm-es állományt a késői sűrű vetés, a magasabb 154 cm-es állományt a korai sűrű vetés adta. Fenológiai megfigyelések szerint a virágzás július végén, teljesérés augusztus közepén, viaszérés augusztus végén, teljesérés szeptember közepén kezdődött. A teljesérés október elején fejeződött be.
2. Az optimális május 12-i korai vetésnél és a sűrű 286 ezer db/ha tőszámnál a magtermés elérte a 4,0 t/ha, szalma 6,4 t/ha, pelyva 5,4 t/ha, az összes földfeletti biomassa pedig meghaladta a 15 t/ha mennyiséget. A késői ritka vetésnél ezzel szemben a termés  $\frac{1}{4}$ -re csökkent. A mag: szalma: pelyva aránya közelítően 1:1,5:1,5, a harvest index 3,0 volt átlagosan. A kétszikű amarant magja 40-50%-kal több N és S, kétszerannyi P és Zn, háromszorannyi Mg és közel 4-szerannyi Ca és B elemet tartalmazott ugyanazon a termőhelyen a búzamághoz viszonyítva.
3. A 9 t/ha körüli földfeletti légszáraz átlagtermés 180 kg K, 163 kg Ca, 147 kg N, 72 kg Mg, 23 kg P és S elemfelvételt mutatott. Magtermés akkumulálta a felvett K, Ca, Ba, Sr 2-5%-át; a Mg, Na, Al, Fe, B 8-10%-át, Mn és S 15-22%-át; a N, Zn, Cu mintegy 40%-át és a P 60%-át. Amennyiben a melléktermés a táblán marad és leszántják, elsősorban a N és P pótlásáról kell gondoskodni az üzemekben.
4. A fajlagos, azaz 1 t mag a hozzátartozó melléktermés elemtartalma 78 kg K (94 kg  $K_2O$ ), 71 kg Ca (99 kg  $CaO$ ), 64 kg N, 31 kg Mg (52 kg  $MgO$ ), 10 kg P (23 kg  $P_2O_5$ ) mennyiséget tett ki. A reálisan tervezhető 3 t/ha magtermés tehát 300 kg/ha körüli  $K_2O$  és  $CaO$ , 200 kg/ha N, 150 kg/ha  $MgO$  és 70 kg  $P_2O_5$  elemigénnyel léphet fel. Adataink iránymutatóul szolgálhatnak a szaktanácsadás számára.

**2008.**

#### **Tőszám és a N-trágyázás közötti kölcsönhatás vizsgálata amarant növényvel**

Főbb levonható következtetéseink:

1. A tőszám ebben az aszályos évben nem befolyásolta bizonyíthatóan sem a növények termését, sem az elemösszetételét. A maximális 100 cm körüli növénymagasságot és a 0,9 t/ha mag, ill. 5,0 t/ha összes földfeletti termést a 100 kg/ha N-adag adta. Az ezt meghaladó N-túlsúly nyomán drasztikusan mérséklődött a növénymagasság, a terméstömeg, a növényenkénti levélszám és a hajtás légszárazanyag %-a.
2. Az amarant vegetatív és generatív részei átlagosan és közelítően 2-3-szor gazdagabbak voltak N, K, P, S és Cu elemekben, mint az ugyanott termelt tritikálé növény szervei. Hasonló dúsulást mutatott a mag Fe, Al és Ba tekintetében is. A Mg-akkumuláció 4-8-szoros, a Se és a Sr 5-9-szeres, a Ca kerekítve 5-15-szörös, míg a B 6-39-szeres értéket jelzett a tritikáléhoz viszonyítva. Az amarant magja a gabonafélék magjához képest egy nagyságrenddel több Ca és B elemet képes szövetében felhalmozni hasonló kísérleti viszonyok között.

#### **Mútrágyázás hatása az őszi búzára karbonátos homoktalajon**

Duna-Tisza közti karbonátos homoktalajon, az Őrbottyáni kísérleti telepünkön beállított NPK műtrágyázási tartamkísérlet 21. évében, 1991-ben vizsgáltuk a műtrágyázás hatását az őszi búza fejlődésére, termésére és elemfelvételére, valamint a talaj AL-oldható PK-tartalmának változására. A levonható főbb tanulságok:

1. A kontrollon mért 1,3 t/ha szemtermést az NP-trágyázás 2,0-2,5-szörösére a szalma hozamát 2,5-3,5-szörösére növelte. A K-trágyázás további 0,6 t/ha szem, ill. 1,0-1,2 t/ha szalma többletet eredményezett. Az őszi búza is igényelte az AL-oldható  $P_2O_5$  150-200 mg/kg, valamint az AL- $K_2O$  100-150 mg/kg ellátottságot a szántott rétegben.
2. A szárbainduláskori hajtás összetétele jól tükrözte a kezelések hatását, ill. a búza tápláltsági állapotát. Az NP-kezelések hatására nőtt a N, P, Sr és mérséklődött az Al koncentrációja. A K-trágyázással javult a K-felvétel és a fellépő kation-antagonizmus nyomán gátolt volt a Ca, Mg, Sr beépülése. Mindez ellensúlyozta a karbonátos talaj Ca-túlsúlyát és javította a növények minőségét, termését.
3. A búza elemfelhalmozását vizsgálva azt találtuk, hogy a szárbaindulás elején vett hajtás az aratáskori (szem + szalma) N-készlet 68%-át, a K 155%-át, Ca 58%-át, P 42%-át tartalmazta átlagosan. A Mg és a mikroelemek döntő hányada viszont a szárbaindulást követően akumulálódott a földfeletti növényi részekben. A K jelentős része ezzel szemben az előregedő vegetatív részekből kimosódhatott, ill. a lehulló levelekkel visszakérülhetett a talajba.
4. Az 1 t/szem a hozzátartozó melléktermés fajlagos elemtartalma kísérletünkben az alábbiak adódott: 19 kg N, 8 kg K, 3-4 kg Ca, Mg és P, valamint 396 g Fe, 187 g Na, 76 g Mn, 50 g Al, 30 g Sr, 26 g Zn és 4 g Cu. Adataink felhasználhatók a tervezett termés NPK elemigényének becslése során.

#### **Műtrágyázás hatása a sárgarépa meszes homoktalajon**

Duna-Tisza közti meszes homoktalajon, az Őrbottyáni kísérleti telepünkön beállított NPK műtrágyázási tartamkísérlet 22. évében, 1992-ben vizsgáltuk a műtrágyázás hatását az Óriás fajtájú sárgarépa fejlődésére, termésére és elemfelvételére. A levonható főbb tanulságok:

1. A 22. éve trágyázásban nem részesült talajon, ebben a száraz évben, elenyésző 0,4 t/ha lomb és 2,8 t/ha friss gyökértermést kaptunk betakarításkor. A sárgarépa 6 hónapos tenyészideje során mindösszesen 190 mm csapadékot kapott, különösen aszályos volt az április és az augusztus hónap. Az NP-trágyázás a kontroll termését 2-2,5-szeresére növelte, majd az NPK trágyázással a kontroll hozamai 6-szorosára emelkedtek. A sárgarépa K-igényes kultúra, célszerű a talaj oldható K-tartalmát a kielégítő 150-200 mg/kg AL- $K_2O$  szintre növelni.
2. A gyökérfejlődés kezdetén vett lomb jól tükrözte a növény tápláltsági állapotát. Az irodalomban közölt optimális koncentrációk önmagukban azonban félrevezetőek lehetnek, fontos a főbb elemarányok, a kiegyensúlyozott tápláltság ismerete. A nagy terméshez kötődő optimális K-tartalom a 4 % körül vagy felette volt, ahol a K/Ca aránya a 2, a K/Mg és K/P aránya a 10 fölé emelkedett. A K-trágyázással javult a K-felvétel és a fellépő ionantagonizmus nyomán gátolt volt a Ca, Mg, Na Sr és Ni beépülése. Mindez ellensúlyozta a meszes talaj Ca-túlsúlyát és javította a termést. A levélanalízis eredményei szerint rejtett Zn-hiány alakult ki, amennyiben a lomb Zn tartalma mindössze átlagosan 20 mg/kg koncentrációt jelzett a P/Zn aránya ugyanakkor az optimális 100 körüli helyett 200 fölé emelkedett.
3. A betakarításkori lomb elszegényedett K, N, P, Ni elemekben. A tartaléktápanyag  $NO_3$ -N egy nagyságrenddel zuhant a fiatal levélhez képest. Nőtt viszont a Ca, Fe, Al, Mn, Ba, B, Pb, Cr, Co készlete. A gyökér halmozta fel az összes felvett K, P, Na, Ni 83-88 %-át, a N, Zn, Cu, Mo 71-79 %-át, a Mg, Fe, Cd, Cr, 61-70 %-át és a S, B elemek 50-57 %-át. Ugyanakkor az Al és Cr csupán 40-44 %-át, a Ca, Sr, Mn, Ba, Pb elemeknek csupán 32-38 %-át találjuk a gyökérben, fő akumulációs szervük a lomb volt.
4. A sárgarépa maximális 2,3 t/ha friss lomb + 17,5 t/ha friss gyökér termésével, tehát az összesen 4,8 t/ha légszáraz betakarított tömegével (a lomb ekkor átlagosan 50 %, a gyökér 21 % légszáraz anyagot tartalmazott) kereken 71 kg K, 59 kg N, 58 kg Ca, 15 kg Mg, 12 kg P, 10 kg S, 4 kg Na, 2 kg Fe, 1 kg Al felvételt mutatott. A Mn 400 g, B és a Zn 90 g, Cu 30 g, Ni 6 g, Cr és Mo 2 g, Co 1 g körüli akumulációt jelzett ha-ként. A 10 t gyökér + a hozzátartozó lomb ún. fajlagos elemkészlete kereken 34 kg N, 16 kg  $P_2O_5$ , 48 kg  $K_2O$ , 46 kg CaO, 16 kg MgO mennyiségnek adódott, mely jó egyezést mutatott a hazai szaktanácsadás irányzámaival. Kivételt az extrém nagy CaO jelentett, mely a meszes termőhely és az aszályos évszám viszonyait tükrözte. Adataink iránymutatóul szolgálhatnak a tervezett termés elemigényeinek becslésével hasonló körülmények között.

#### **Műtrágyázás hatása a tritikáléra karbonátos homoktalajon**

Duna-Tisza közti meszes homoktalajon, az Őrbottyáni kísérleti telepünkön beállított NPK műtrágyázási tartamkísérlet 23. évében, 1993-ban vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a tritikále fejlődésére, termésére és elemfelvételére. A kísérletből levonható főbb tanulságok:

- 1., A tritikále 9 hónapos tenyészideje alatt 212 mm csapadék hullott, a sokévi átlag 53 %-a. Január és június közötti 6 hónap csapadékösszege 1993-ban 72 mm-t tett ki. A kontroll talajon kapott 0,7 t/ha szem és 1,3 t/ha

- melléktermés tömegét a mérsékelt 80 kg/ha/év N + 60 kg/ha/év P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trágyázás 1,1 t/ha körüli szem és 2,2-2,4 körüli melléktermés szintjére növelte. A nagyobb NP-adagok és a K-trágyázás hatástalanok maradtak.
- 2., A növényanalízis eredményei szerint a növekvő NP-kínálattal általában emelkedett a N, Ca, Mg, P, Sr, Cu elemek koncentrációja a növényi részekben, kifejezetten a virágzás elejei hajtásban. A K-trágyázás serkentette a K és Na beépülését a növény vegetatív részeibe, valamint gátolta az antagonistá Ca, Sr, Mg kationok, ill. esetenként a P, B és Al elemek felvételét.
  - 3., A magtermés bizonyult leggazdagabbnak a N, P, S, Mg, Zn és Cu elemekben. Szalmában a Ca, Fe, Mn, Sr, Ba fémek akkumulálódtak főképpen. Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés u.n. fajlagos átlagos elemkészlete a kicsi termés és a tág melléktermés/főtermés aránya miatt szokatlanul nagyra adódott. A K kivételével minden makroelem fajlagos tartalma meghaladta a más termőhelyeken mért értékeket. A mikroelemek közül a Fe és Al 5-6-szorosa, a Sr és Zn mintegy a kétszerese volt pl. a meszes csernozjomon mért maximumoknak.
  - 4., A tervezett termés elemigényének számításánál, a szaktanácsadásban, hasonló extrém nagy fajlagosokkal nem célszerű számolni. Mindez felesleges túltrágyázáshoz vezethet. Valójában a tritikále trágyaigénye mérsékelt, mert a növény képes hasznosítani a más kultúrák számára nehezen felvehető frakciókat is a talajban.

### **Műtrágyázás hatása a rozsra karbonátos homoktalajon**

Duna-Tisza közti meszes homoktalajon, az Őrbottyáni kísérleti telepünkön beállított NPK műtrágyázási tartamkísérlet 24. évében, 1994-ben vizsgáltuk a kezelések hatását a rozs fejlődésére, termésére, a szem elemösszetételére, valamint a talaj AL-oldható PK-tartalmának változására. A kísérletből levonható tanulságok:

1. A 24 évig tartó PK-műtrágyázás eredményeképpen egyes kezelésekben a szántott réteg kielégítően ellátottá vált K-ban, sőt a P-ellátottság az optimumot kétszeresen haladta meg.
2. A kontroll szalmatermését a bőséges NPK-trágyázás 6-szorosára növelte. A tekintélyes vegetatív tömeg elhasználta a talaj vízkészletét és a generatív stádiumban fellépő aszály a szemképződést gátolta. A melléktermés/főtermés aránya a kontrollon mért 2-ről a 8-főlé emelkedett az N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>4</sub> kezelésekben, a magtermés pedig a kontroll szintjére zuhant. A javuló K-ellátottsággal a szalma tömege nőtt a szem tömegének rovására a limitet jelentő 6 t/ha körüli összes légszáraz földfeletti biomaszában belül.
3. Kezelések hatására nem módosult a szemtermés K, S, Mg koncentrációja. Az NP-trágyázás növelte a N és a P beépülését, valamint mérsékelte a Zn és a Mo akkumulációját az ismert P-Zn, ill. P-Mo antagonizmus nyomán. Az As, Cd, Co, Cr, Hg, Pb és Se elemek tartalma kimutathatósági határ (0,1-0,3 mg/kg) alatt maradt. A kontrollhoz viszonyítva a maximális N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>4</sub> kezelésben a Cr és Sr tartalma 2-2,5-szeresére, az Al, B és Ba átlagosan 4-szeresére, míg a Fe és Ni mennyisége mintegy a 6-szorosára nőtt meg a szemben.

### **Komposztált vágóhídi melléktermékek hatása szántóföldi növények terméshozamára Őrbottyáni meszes homoktalajon**

**Beszámoltunk a vágóhídi hulladék-komposzt talajtermékenységre gyakorolt hatásáról, alkalmazására javaslatokat dolgoztunk ki. Az eddigi eredményeink 3 nemzetközi konferencián és egy folyóiratban jelentek meg 2005. óta.**

Őrbottyáni meszes homoktalajon vizsgáltuk a különböző minőségű állati eredetű komposztok és húsliszt hatását és utóhatását a kukorica, mustár és tritikále fejlődésére. A talaj átlagosan 1-6 % közötti CaCO<sub>3</sub> és 1-1,5 % humusz készlettel rendelkezett. A humuszos szint vastagsága 60-80 cm, a pH(H<sub>2</sub>O) 7,0-7,4 közötti értéket mutatott. Az agyagfrakció mennyisége 10-15 %, a termőhely nitrogén, foszfor és kálium elemekben egyaránt szegény. A kísérleteket 2002-ben és 2003-ban állítottuk be 5 kezeléssel és 4 ismétlésben, azaz 20-20 parcellában, melyek 5x8=40 m<sup>2</sup> területet jelentettek véletlen blokk elrendezésben. A kezelések egyszeri 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposztot, illetve 0; 2,5; 5; 10; 20 t/ha húsliszt adagot kaptak. A kísérleti növényként 2002-ben kukoricát, 2003-ban mustárt, 2004-től pedig tritikálét termesztettünk. Az aszályos első két évében az éretlen komposzt nagyobb adagjai már depressziót okoztak. A komposztok és a húsliszt utóhatása kifejezett volt. A kedvező csapadék-ellátottságú 2004. évben az éretlen komposzt a kontroll parcella összes földfeletti termését több mint háromszorosára növelte. A maximális dózisok ekkor már egyik kísérlet esetében sem okoztak depressziót. A további években az utóhatások mérséklődnek, de még 2006-ban is, a 4. éves utóhatások igazolhatóak voltak az adagtól és a komposzt fajtától függően.

### **A nyírlugosi savanyú homoktalajon végzett kísérletek tanulságai**

**2007-ben a meszezés és műtrágyázás talajra és növényre gyakorolt hatását értékeltük a 44 éves nyírlugosi tartamkísérletben részletesen bemutatva a termés, talajvizsgálati és növényelemzési adatainkat. Az eredményeket 5 idegen nyelvű és egy átfogó magyar nyelvű közlemény taglalja. A kutatásokat részletes**

### **talajkémiai vizsgálatokkal egészítettük ki, továbbfejlesztve a meszezési és műtrágyázási szaktanácsadás módszertanát.**

A nyírlugosi meszezési és műtrágyázási tartamkísérletben végzett vizsgálataink alapján az alábbi főbb tanulságok fogalmazhatók meg:

1. A tartós N-műtrágyázás nyomán a trágyázatlan kontrollon mért 4,3 pH (KCl) 3,5-re süllyedt, míg az 1 t/ha/év  $\text{CaCO}_3$  adagolás eredményeképpen 6,4-re emelkedett a szántott rétegben. Ugyanitt a kicsérélhető  $\text{Ca}^{2+}$  0,13 mgeé/100 g értékről 2,18 mgeé/100 g értékre nőtt. Ezzel szemben az  $\text{Al}^{3+}$  0,68-ról 0,40-re, míg a  $\text{Fe}^{2+}$  0,43-ról 0,15 mgeé/100 g-ra süllyedt. A meszezés eredményeképpen a talaj kationcserélő kapacitása (T-érték) 3,3-ról 3,6-3,8-ra, a kicsérélhető bázisok összege (S-érték) 0,4-ról 2,5 mgeé/100 g-ra, a bázis-telítettség pedig 12%-ról 69%-ra változott.
2. Az  $\text{NH}_4$ -acetát+EDTA oldható elemtartalmak szintén jellemezték a műtrágyázás és a meszezés, ill. talajsavanyodás hatását. Az erősen savanyú talajon mért Ca 87 mg/kg-ról a meszezés nyomán 767 mg/kg-ra, Mg 18-ról a Mg-trágyázással 97-re, Mn 8-ról 36-ra, Sr 0,4-ról 2,7-re, Co 0,15-ről 0,53-ra, Ni 0,10 mg/kg-ról 0,19 mg/kg-ra emelkedett.
3. A tritikále monokultúra az utóbbi 8 éve során sem volt kimutatható összefüggés a tenyészidő alatti csapadékösszegek és a szemtermések között. A N-nel egyoldalúan műtrágyázott erősen elsavanyodott talajon a csapadékból 2005. és 2006. években az állomány gyakorlatilag kipusztult. Összességében és átlagosan a trágyázatlan kontroll termését az együttes műtrágyázás + meszezés megháromszorozta a vizsgált időszakban. Amennyiben a N-kezelések okozta depressziót is figyelembe vesszük, a kezelések 5-szörös különbségeket eredményeztek.
4. A trágyahatások időfüggők. A kísérlet első 10 évében érdemi trágyahatásokat, ill. terméstöbbleteket csak a N-trágyázás okozott. Ezeken a parcellákon a talaj extrém módon elsavanyodott és tápelemekben elszegényedett az utóbbi évtizedben és terméketlenné vált. A nyírlugosi talajon az országos átlagokat meghaladó termések érhetők el kedvező években, amennyiben a talaj pH (KCl) 5,5-6,0 értéket mutat és a kielégítő NPKCaMg ellátottságról gondoskodunk.

### **Trágyázás hatása legeltetett ősgyepekre**

**A Hortobágyi és a Kiskunsági Nemzeti Parkkal szomszédos és hasonló adottságú Bakonszeg ill. Cserkeszőlő térségében vizsgáltuk a különböző korú, különböző módon tárolt juhtrágyák elemösszetételét, ill. trágyázás hatását a terhelt területek jellemzőire, valamint a juhtrágya és az NPK műtrágyák hatását az ősgyep termésére és ásványi elemeire. Ennek eredményeit 2007-ben adtuk közre.**

A réti szolonyec talajok feltalaja agyag mechanikai összetételű, felszínében mészhiányos/enyhén savanyú 4-5% humusztartalommal. A  $\text{CaCO}_3$  mennyisége az 1 m-es rétegben már 12-21% körüli. Talajvizsgálatok alapján foszforral gyengén-közepesen, káliummal és egyéb makro/mikroelemekkel kielégítően ellátott volt. Főbb levont következtetéseinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. A 3000 db tejhasznú anyajuh a felhajtó út, itatók és a pihenő karám 0-20 cm-es feltalajában jelentős trágyaterhelést okozott 1998 óta. A pH(KCl) 5,0-ról 5,5-6,8-ra, az  $\text{NH}_4$ -acetát + EDTA oldható K 300 mg/kg-ról 1000-2200 mg/kg-ra,  $\text{P}_2\text{O}_5$  112 mg/kg-ról 319-940 mg/kg-ra, S 28 mg/kg-ról 37-145 mg/kg-ra, a  $\text{NO}_3$ -N 7 mg/kg-ról 14-86 mg/kg-ra, az  $\text{NH}_4$ -N 13 mg/kg-ról 9-58 mg/kg-ra emelkedett Bakonszegen.
2. Cserkeszőlőn a 200 db anyajuh trágyaterhelése még nem volt kimutatható a legelőterület átlagához viszonyítva a feltalajban.
3. A juhtrágyák összetétele közelálló volt a két vizsgált termőhelyen. A pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) 7-8 közötti, a szervesanyag a friss trágyában 50-60%, mely 1-2 év után 20-30%-ra mérséklődhet. Korral csökkenő a N, K, P, S, Mo, míg a Ca, Al, Fe, Sr, Ba „földes” elemek mennyisége növekvő. Emelkedik a Pb, Cr, Ni, As, Co, Sn környezetszennyezőnek minősülő elemek aránya is az előregedő trágyában. Ezzel párhuzamosan az  $\text{NH}_4$ -N forma túlsúlyát felválthatja a  $\text{NO}_3$ -N forma. Összességében az almos/szalmás juhtrágya közelálló volt az általunk korábban vizsgált almos istállótrágya összetételéhez.
4. Műtrágyázási kísérletben a N, ill. NP műtrágyázással a fűtermés 2-3, a szénatermés 1,5-2,2-szeresére nőtt. A K-trágyázás hatástalan maradt ezeken a kötött, K-mal jól ellátott termőhelyeken. A 10 t/ha/3 évre kiadott juhtrágya a termést nem befolyásolta. Bakonszegen a széna dúsabb volt N, K, P, Cu, valamint szegényebb Ca, Sr, Fe, Ba, Pb, Cr elemekben a Cserkeszőlő termőhelyhez viszonyítva. Az NP és NPK kezelésekből mindkét termőhelyen statisztikailag is igazolhatóan nőtt a széna N, K, P, S és Cu koncentrációja. Egyidejűleg Bakonszegen emelkedett ugyanezen kezelésekből a Mn és mérséklődött a Mo koncentrációja a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a vizsgált ősgyepek makró-és mikroelemekben általában egyaránt gazdagok és kielégíthetik a legelő állatok ásványi elemekkel szembeni igényeit.

## **NPK műtrágyázás és a foltszerű trágyaterhelés hatásának vizsgálata legeltetett ősgyepen**

A Hortobágyi és a Kiskunsági Nemzeti Parkkal szomszédos és hasonló adottságú Bakonszeg, ill. Cserkeszőlő térségében vizsgáltuk az NPK műtrágyák és a juhtrágya 2. éves utóhatását a gyepek fejlődésére, termésére és ásványi összetételére. Külön elemeztük a foltszerű állatterhelés (pihenődomb, itatóhely, szárnyék, felhajtóút) hatását az 1 m talajszelvény összetételére és a növénytakaró makro- és mikroelem tartalmára Bakonszegen. A vizsgálatainkból levont főbb tanulságokat az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Cserkeszőlőn a 2. évben trágyahatások nem voltak igazolhatók a szénatermésben. Bakonszegen ezzel szemben az NP műtrágyázás és a juhtrágya igazolható 1-1,5 t/ha széna terméstöbbletet adott. A széna ásványi összetételét a trágyázás nem módosította, így azok kontrollként is szolgáltak a foltszerű trágyaterhelés megítélésében.
2. A pihenődomb növényeiben emelkedett, esetenként extrém nagy K, N, Ca, P, Mg, S és részben Sr, Cd, B tartalmakat; a terelőút növényeinek hajtásában Fe, Na, Al, Cr és Co tartalmakat találtunk. A minták mosására nem került sor, így az abnormális összetétel a felületi szennyezésből is adódhat.
3. Talajvizsgálataink szerint az emelkedett szervesanyag-tartalom az itató és a szárnyék környékén követhető nyomon a 0-40 cm rétegben. Az 1 m rétegben kimutatott  $\text{NO}_3\text{-N}$  mennyisége az itatóhely alatt a 250-300 kg/ha-t elérheti. A kálium a felhajtóút, itatóhely és a szárnyék szélén sokszorosára nőtt a 0-40 cm rétegben. Az 1 m teljes szelvény  $\text{NH}_4\text{-acetát+EDTA}$  oldható P-tartalma a terelőút esetén 2-szeres; a pihenődomb, itatóhely és a szárnyék széle esetében 4-szeres; míg a felhajtóút esetén átlagosan 23-szoros többlettel rendelkezett.
4. Zn-szennyezést/akkumulációt a pihenődomb és a felhajtóút jelzett. A jelenség magyarázatra és további vizsgálatra szorul. Az oldható Fe mennyisége a szárnyék feltalajában nőtt meg, míg az oldható S-tartalom az itatóhely és a szárnyék környékének feltalajában. A szárnyék 0-20 cm rétegében az  $\text{NH}_4\text{-N}$  72, míg a  $\text{NO}_3\text{-N}$  25 mg/kg volt, tehát a N-terhelés akár 300 kg/ha értéket is elérheti. Az itt található ritka, pusztuló növényzet a N-t nem képes hasznosítani, így jelentős pontszerű szennyezés alakulhat ki.

## **A dohány ásványi táplálása**

**2006-ban áttekintettük a dohány termesztésével kapcsolatos általános alapelveket, ismertettük a növény ökológiai igényét. Elemeztük a minőséget befolyásoló fontosabb tényezőket, különös tekintettel az egyes tápelemek szerepére, összefoglalva a nemzetközi és hazai irodalom tanulságait. Bemutattuk a növény tápláltsági állapotának ellenőrzésére szolgáló diagnosztikai optimumokat. Saját kísérletünkben is vizsgáltuk a dohány elemfelvételt a tenyészidő folyamán.**

Adataink szerint az 1 t légszáraz levéltermés a hozzátartozó mellékterméssel 60-70 kg N és K, 26 kg Ca, 11 kg Mg, 6 kg P elemet vonhat ki a talajból. Eredményeink hasznosíthatók a tervezett termés tápelemigényeinek számításainál a trágyázási szaktanácsadásban. Meg kell említeni, hogy a bőséges N-ellátással azonban gyenge minőségű levéltermés képződik. A tervezett termés N-trágya igénye a Virginia fajtaéknál a talaj humusztartalmától, ill. N-kínálattól függően 0-30 kg/t között ingadozhat. A koratavaszi 0-60 cm talajréteg  $\text{NO}_3\text{-N}$  készlete ismeretében a fajlagos N-igény csökkenthető, esetleg a N-trágyázás el is hagyható.

Az 1990. évi országos felmérés tapasztalatai is arra utaltak, hogy hasonló száraz évben a dohány-termése és ásványi összetétele, minősége rendkívüli mértékben ingadozhat termőhelyenként öntözés nélkül. Megállapítottuk, hogy a pH (KCl) 5 alatti termőhelyeken (Nyírség, É-K Magyarország) a nehézfémek extrém módon felhalmozódhatnak a levélben. A meszezés szükségessé válhat humán egészségügyi szempontból is, a dohányosok nehézfémterhelésének csökkentése céljából. Savanyú termőhelyeken a Co 0,52 mg; Cd 1,89 mg; Pb 1,17 mg; Ni 5,40 mg; Zn 58 mg; Mn 471 mg értéket mutatott szárazanyagban. Semleges, ill. meszes körzetekben az alábbi átlagtartalmakat kaptuk: Co 0,02 mg; Pb 0,38 mg; Ni 0,33 mg; Zn 20 mg; Mn 82 mg.

## **Agrártámogatások és élelmiszerválság**

**Az élelmiszerválság hátterét megvilágítva felhívtuk a szakmai körök, döntéshozók és a közvélemény figyelmét a talajpusztulás gyorsuló ütemére, a talajok tápelemekben való elszegényesedésére, a kísérletügy, illetve az agrárkutatások elsorvadására. Javaslatunk a Magyar Tudomány, Növénytermesztés, folyóiratokon túl egy tucat népszerűsítő lapban, médiában (TV, rádió) is nyilvánosságra kerültek.**

### Összefoglaló megállapítások, következtetések, javaslatok

A termőföld nem csak egy közönséges áru vagy input tétel a globális cégek kezében. Az élet hordozója, emberiség öröksége. Újra kormány szintű programokat kell indítani a hazai talajok számbavételére, funkcióik, termékenységük megőrzésére. Helyre kell állítani a mezőgazdasági kutatás, oktatás és szaktanácsadás életképességét, hogy felkészülhessen az előtte álló feladatokra. Az agrártudományoktól (beleértendő tágabban a



kutatás, oktatás, szaktanácsadás, növény- és talajvédelmi szolgálat, stb.) elvett és a biotechnológiai ipar érdekeltségi köreinek évente nyújtott milliárdokat vissza kell adni a nemzeti agrártudományoknak. Ez a hosszútávú agrárpolitikai program anyagi alapjául szolgálhatna. A magyar mezőgazdaság egyik, még ma is részben meglévő erősségét jelentik az agrárkutató-intézetek. Az 1800-as évek II. felében Darányi miniszter által alapított és az ő szellemében működő szakembergárda, a volt kísérletügy alapozta meg a magyar mezőgazdaság világhírnevét a XIX. sz. végén. Majd az 1960-1990-es évekhez fűződő kiemelkedő agrárteljesítményeket szintén csak a megfelelő támogatottságú kutatói, oktatói, szaktanácsadói hálózat és infrastruktúra volt képes biztosítani. A nagy termékek, versenyképes termékek előállításában ez a háttér nyilvánult meg. A magyar mezőgazdaság az új kihívásoknak, az élelmiszer- és az energiatermelés követelményeinek e nélkül nem lesz képes megfelelni. Az agrártudománytól (beleértendő tágabban az oktatás, szaktanácsadás, növény- és talajvédelmi szolgálat, stb.) elvett és a biotechnológiai ipar érdekeltségi köreinek évente nyújtott milliárdokat vissza kell adni a nemzeti agrártudománynak.

A jövőbeni tennivalók sokrétűek. A parlagon hagyott földek újra művelésbe vonhatók. Az agrárkutatásnak célszerűen legyen az MTA a gazdája, hiszen az Oktatási Minisztériumhoz tartozó egyetemektől ez a koordináció és a főállású kutatómunka, kísérleti tevékenység nem várható el. A Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium gyakorlati célú programokkal, megbízásokkal segíthetné az agrárkutatói, szaktanácsadói munkát. Az MTA Agrárosztálya első lépésben egy 5 éves tervet, valamint egy távlati 20 évre szóló tervet dolgozhatna ki a prioritások kijelölésével ez év végéig. Az MTA vezetése megtárgyalhatná a Kormány Tudománypolitikai Bizottságával és a parlament elé kerülhetne törvényi jóváhagyásra. A programra biztosított támogatási keret 50%-át fordíthatnák a mezőgazdasági kutatóintézetek (MTA, FVM) alapellátásának javítására. A támogatási keret másik 50%-a pályázat útján kerülhetne a sikeres pályázókhoz. A programhoz, ill. a törvényjavaslatához széleskörű társadalmi támogatást, ötpárti egyeztetést kell biztosítani. A talajpusztulás és a társadalmi stabilitás összefüggéseit, a történelmi tapasztalatokat bemutatva, tudatosítani szükséges a lakosság körében.